

Der unmittelbare Bewegungseindruck.

Inaugural-Dissertation

zur

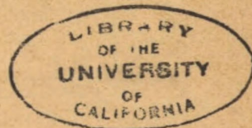
Erlangung der Doktorwürde

der

Ersten Sektion der Hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Zürich



vorgelegt von

Woldemar Lasersohn

aus Lodz (Rußland).

Genehmigt auf Antrag des Herrn Prof. Dr. phil. et med. G. Störring.

Leipzig.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

1912.

Meinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Meinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Obwohl eine ganz aufserordentlich grofse Anzahl von Untersuchungen über die Wahrnehmung der Bewegung durch das Auge vorliegen, so ist man doch bisher noch zu keiner befriedigenden Theorie gelangt. Insbesondere fehlt auch noch eine genauere Analyse des rein sinnlichen, psychischen Tatbestandes, der vorliegt, wenn wir bei Betrachtung eines Objektes auf den ersten Blick den unmittelbaren Eindruck der Bewegung erhalten. Die vorliegende Arbeit ist die erste einer Reihe von Untersuchungen über dieses Problem aus dem Laboratorium der Akademie zu Frankfurt a. M., die zum Teil schon im Laboratorium der Universität Zürich begonnen sind. Sie gibt zunächst einen kritischen Überblick über die bisherigen hauptsächlichsten Theorien des unmittelbaren Bewegungseindrucks.

I. Exner.

1. Früher war man wohl in weiteren Kreisen der Meinung, dafs die Wahrnehmung der Bewegung auf einer Schlufsfolgerung beruhe. Man sieht ein Objekt zur Zeit t am Orte a, zur Zeit t_1 am Orte a_1 ... zur Zeit t_n am Orte a_n und schliefst dann, dafs sich das Objekt von a nach a_n bewegt hat. In dieser Weise kommt nun allerdings die Bewegungswahrnehmung bei sehr langsamen Bewegungen zustande. Dafs jedoch bei rascheren Bewegungen eine andere Wahrnehmungsgrundlage vorhanden sein mufs, hat besonders Exner in ausführlicher Weise nachzuweisen gesucht. Er ist der Ansicht, dafs es eine besondere Bewegungsempfindung, eine Empfindung sui generis gibt, und er hat diese Ansicht durch eine gröfsere Reihe von Versuchstatsachen zu

stützen gesucht. Schon im Jahre 1875 hat er die folgenden Gründe angeführt.[1]

a) „Ich setze eine schwarze Scheibe, auf welcher ein Durchmesser in Weifs gezogen ist, in Rotation, so dafs sie sich mit einer Winkelgeschwindigkeit dreht, etwa von der Gröfse der Winkelgeschwindigkeit des Minutenzeigers einer Uhr. Ich erkenne die Bewegung, und zwar dadurch, dafs ich den weifsen Streifen in verschiedenen Momenten in verschiedener Lage finde; ich erkenne sie auch dann durch den genannten Umstand, wenn ich den Streifen dauernd im Auge behalte. Steigere ich aber die Winkelgeschwindigkeit, so kommt ein Moment, wo sich der Eindruck, den ich habe, wesentlich ändert. Er ändert sich in der Art, dafs der Unbefangene unwillkürlich geneigt ist zu sagen, jetzt sehe er die Bewegung, früher habe er sie nur erschlossen.“

b) „Tritt ein Lichtblitz im Punkte *a* des Sehfeldes auf und 0,045 Sek. später ein solcher im Punkte *b*, so werden sie eben noch als zeitlich verschieden erkannt. Sind diese Punkte aber Anfangs- und Endpunkte einer wirklichen oder scheinbaren Bewegung, so wird ihre zeitliche Differenz noch bei 0,014 Sek. erkannt. Man sieht dann eben einen hellen Punkt sich von *a* nach *b* bewegen. Wäre also das Erkennen der Bewegung ein Akt der Wahrnehmung, welcher auf dem Erkennen der zeitlichen Differenz beruht, so würde die Richtung der genannten Bewegung wegen zu grofser Geschwindigkeit nicht mehr erkannt werden können“.

c) „So wie die Empfindlichkeit unseres Sehapparates für Zeitunterschiede in gewissen Fällen unzureichend ist, um das Erkennen der Bewegung aus derselben zu erklären, so ist es auch seine Lokalisationsfähigkeit. Es handelt sich hier um die peripherischen Netzhautstellen. An diesen ist die Empfindlichkeit für Bewegung relativ sehr grofs, für Lokalisation sehr klein.“

Zum Beweise wird folgender Versuch angeführt: „Ein nach Art einer Stimmgabel gebogener Draht trug an seinen, den Zinken entsprechenden Enden zwei Pappscheiben von je 2 cm Durchmesser“ . . . „Indem ich den Draht auf- und abwärts bewegte (so dafs die beiden Scheiben in ihrer gegenseitigen Lage verblieben), suchte ich erstens die geringste Elongation, bei

[1] Sitz.-Ber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Kl., Abteilung 3, Bd. 72, S. 160 ff. 1876

welcher ich die Bewegung noch erkannte, zweitens den gröfsten Abstand der beiden Scheiben voneinander, bei welchem ich sie während der Bewegung noch zu einem weifsen Fleck verschmolzen sah; natürlich für dieselbe Netzhautstelle."

„Es zeigte sich, dafs die Elongation kaum halb so grofs sein mufs als die Entfernung der Scheiben voneinander. Das heifst also, dafs eine Bewegung, welche zwischen zwei Stellen des Sehfeldes stattfindet, noch als solche erkannt wird, wenn dieselben so nahe aneinander liegen, dafs sie selbst bei Bewegung keine gesonderten Lokaleindrücke liefern."

„Es sei ausdrücklich bemerkt, dafs ich diese Versuche, um mich vor Selbsttäuschung zu hüten, mit Beihilfe meines Freundes Dr. E. Fleischl anstellte, der das Signal handhabte und gelegentlich statt der beschriebenen ein anderes mit nur einer weifsen Scheibe in mein Gesichtsfeld führte. Nur dann wenn ich nicht angeben konnte, ob das einfache oder das doppelte Signal in Anwendung war, und es war das letztere der Fall, wurde der Versuch als brauchbar anerkannt."

„Wenn man die weifse Marke in dem unteren äufsersten Teil des Sehfeldes bewegt, so kann man diese Bewegung noch da erkennen, wo man die Marke überhaupt nicht mehr sieht, d. h. wo man weder etwas irgendwie Begrenztes, noch auch etwas Weifses sieht. Es klingt fast komisch, dafs man nur die Bewegung, nichts Bewegtes sehen soll, doch kann ich den Eindruck, den ich habe, nicht anders beschreiben. Übrigens gehört zu diesem Versuche einige Übung im indirekten Sehen, sonst arbeitet man mit zu wenig peripheren Netzhautstellen.

d) „Dafs einfache Empfindungen, besonders Gesichtsempfindungen, negative Nachbilder haben, ist uns geläufig. Auch in dieser Richtung verhält sich die Bewegungsempfindung eben wie eine Empfindung. Sie hat ein Nachbild, das allgemein bekannt ist. Die Plateausche Spirale, der Oppelsche Apparat zeigen dasselbe. Die Helmholtzsche Erklärung, dafs hierbei Augenbewegungen mit im Spiele sind, läfst sich wohl angesichts der Modifikation, welche Dvořák an der Plateauschen Spirale anbrachte, nicht mehr halten."

Diese Tatsachen sind nach Exner unvereinbar mit der Ansicht, dafs die Wahrnehmung der Bewegung in der oben angeführten Weise durch eine Schlufsfolgerung zustande kommt

und nur vereinbar mit der Annahme einer primären Bewegungsempfindung. Auch in dem fast 20 Jahre später erschienenen Buche „Entwurf zu einer physiologischen Erklärung psychischer Erscheinungen" (Leipzig und Wien 1894, S. 190 ff.) stützt sich Exner auf dieselben Tatsachen.

Wenn ich nun aber auch Exner darin unbedingt zustimme, dafs bei gröfserer Geschwindigkeit einer Bewegung das Urteil nicht durch eine Schlufsfolgerung zustande kommt, so vermag ich doch die angeführten Tatsachen nicht als beweisend für die Annahme einer Bewegungsempfindung, einer Empfindung sui generis, zu betrachten; zum Teil sind sie sogar nicht einmal mit der Schlufstheorie unvereinbar. Ich gehe daher auf eine genauere kritische Erörterung der erwähnten Versuche ein.

2. Was zunächst die Tatsache anbetrifft, dafs jeder Unbefangene bei der gröfseren Geschwindigkeit einer rotierenden Scheibe mit aufgezeichnetem Durchmesser sagt, jetzt sehe er die Bewegung unmittelbar, während er sie vorher bei den ganz langsamen Bewegungen nur erschlossen habe, so ist es ja vollständig richtig, dafs ein wesentlicher Unterschied in den beiden Fällen vorliegt. Bei den ganz langsamen Bewegungen sind mindestens zwei Auffassungsvorgänge (Wahrnehmungsakte) erforderlich, deren jeder für sich nur die Aussage „das Objekt ruht" hervorrufen könnte, während bei den rascheren Bewegungen schon ein einziger Auffassungsvorgang zu der Aussage führt „das Objekt bewegt sich". Ob aber in diesem zweiten Falle eine Empfindung sui generis, eine Bewegungsempfindung hinzukommt, ist eine andere Frage. Man mufs von vornherein auch mit einer unmittelbaren Auffassung der Bewegung ebenso wie mit einer unmittelbaren Auffassung einer Intensitäts- oder Qualitätsänderung rechnen, worauf Schumann[1] schon vor längerer Zeit hingewiesen hat. Diese Möglichkeit ist von Exner übersehen.

Achten wir etwa auf einen einfachen Ton von bestimmter Tonhöhe und beispielsweise 1 Sek. Dauer, so können wir bekanntlich an dem eintretenden Empfindungsinhalt seine Qualität, Intensität und zeitliche Dauer unterscheiden. Dies sind aber nicht verschiedene im Bewufstsein trennbare Teile des Empfindungsinhaltes; letzterer ist vielmehr schlechthin einfach und es ist

---

[1] Zur Psychologie der Zeitanschauung. *Zeitschr. f. Psychol.* **17**, S. **116 f.**

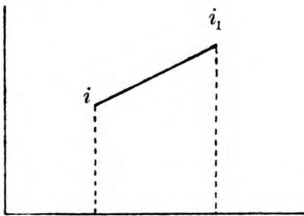
noch ein wesentliches Problem für die psychologische Forschung die Auffassungsvorgänge (Urteilsvorgänge) aufzuklären, durch die wir zu einer Unterscheidung der verschiedenen Seiten des einfachen Empfindungsinhaltes gelangen. Dabei ist aber der Auffassungsvorgang nicht momentan (zeitlich ausdehnungslos) zu denken. Ferner wird auch der Auffassungsvorgang nicht etwa nur von den Eigenschaften des Empfindungsinhaltes, welche gerade während eines bestimmten Zeitmomentes (ausdehnungslosen Zeitpunktes) vorhanden sind, bestimmt. Denn ein solcher ausdehnungsloser Zeitpunkt ist überhaupt nur eine Fiktion und jeder psychische Vorgang hat eine zeitliche Dauer. Dafs zum Zustandekommen eines Auffassungsvorganges ein Wahrnehmungsinhalt eine gewisse Zeit dauern mufs, zeigen z. B. die tachistoskopischen Untersuchungen über das Lesen von Wiegand, der durch einen passenden auslöschenden Reiz die Dauer des Wahrnehmungsbildes eines momentan exponierten Wortes so abkürzte, dafs die Auffassung nicht zustande kam. Häufig wurde dann das Wort in allen Teilen ganz deutlich gesehen, ohne dafs auch nur ein einziger Buchstabe erkannt wurde.

Betrachten wir dann einen an Intensität zunehmenden Ton, so liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei der Bewegungswahrnehmung. Wächst die Intensität sehr langsam, so können wir die Zunahme auch nur erschliefsen. Wir achten zuerst während einer gewissen Zeit auf den Ton und merken uns die scheinbar unverändert bleibende Intensität, dann achten wir zu einem späteren Zeitpunkte wieder auf den Ton und konstatieren nun durch einen Vergleich, dafs die Intensität stärker geworden ist. Nimmt aber die Intensität genügend rasch zu, so erhalten wir sofort beim ersten Achten auf den Ton den Eindruck der steigenden Intensität.

Nehmen wir nun an, dafs auf einen solchen an Intensität rasch zunehmenden Ton vom Zeitpunkte t bis zum Zeitpunkte t_1 geachtet wird und dafs die Zeitstrecke gerade zum Zustandekommen des Auffassungsvorganges genügt, so können wir uns den ablaufenden Empfindungsvorgang repräsentieren durch ein räumliches Schema mit Hilfe eines rechtwinkligen Koordinatensystems, indem wir durch die Abszissen die Zeiten und durch die Ordinaten die verschiedenen Intensitäten darstellen, die die Empfindung durchläuft. In umstehender Figur 1 repräsentiert dann die schräge Linie ii_1 den Empfindungsinhalt, der den hinzu-

kommenden Auffassungsvorgang bestimmt. Dieser Empfindungsinhalt ist aber wieder eine unteilbare Einheit[1] und die zunehmende Intensität ist ebenso eine letzte Eigenschaft desselben wie die Qualität oder zeitliche Dauer. Wir müssen daher mindestens mit der Möglichkeit rechnen, daſs auch diese Seite des einheitlichen Ganzen, die Eigenschaft der zunehmenden Intensität, so unmittelbar aufgefaſst werden kann wie die sich gleichbleibende Qualität.

In analoger Weise hat man sich die Verhältnisse auch etwa zu denken bei einer Lichtempfindung, die ihre Qualität kontinuierlich ändert. Wird z. B. während der Rotation einer Scheibe, die einen schwarzen und einen weiſsen Sektor trägt, das Verhältnis der Sektoren kontinuierlich geändert (wie das etwa mit dem Marbeschen Farbenkreisel leicht und für Demonstrationszwecke genügend genau erreicht werden kann), so erhalten wir ein kontinuierlich sich änderndes Grau und wir fassen die Änderung auch unmittelbar auf, sobald sie nur genügend rasch geschieht. Hier haben wir auch mindestens mit der Möglichkeit zu rechnen, daſs ein sukzessives Ganzes entsteht von der Art, wie wir es unter anderen Umständen als ein simultanes Ganzes erleben. Überziehen wir nämlich eine Trommel mit einem Blatt Papier, auf dem schwarze Dreiecke abwechselnd mit weiſsen angebracht sind in der Weise, wie dies Figur 2 zeigt, und lassen



Figur 1.


Figur 2.

wir dann die Trommel genügend rasch rotieren, so erhalten wir an dem einen Ende der Trommel ein Schwarz, das kontinuierlich nach der anderen Seite zu in Weiſs übergeht. Hier haben

[1] Wir können uns zwar den einheitlichen Vorgang, der durch die Strecke ii_1 repräsentiert wird, in Teile zerlegt denken. Es sind dann aber keine Teile, die wir irgendwie gesondert auffassen, überhaupt keine wirklichen, sondern nur fingierte Teile.

wir nebeneinander die Stadien, die bei der kontinuierlichen Änderung des Sektorenverhältnisses der Scheibe nach unserer Annahme nacheinander auftreten sollen.

Nimmt andererseits die Intensität sehr langsam zu, so erhalte ich, wenn ich nur ganz kurze Zeit auf den Ton achte, ein Empfindungsganzes, das von einem an Intensität sich gleichbleibenden Empfindungsganzen nicht genügend abweicht, um unterschieden werden zu können. Es bedingt daher die Auffassung „konstanter Ton". Achte ich dann nach einiger Zeit nochmals für einen Moment auf den Ton, so gelange ich wieder zur Auffassung „konstanter Ton". Bemerke ich aber gleichzeitig, dafs der Ton stärker ist als vorher, so erschliefse ich die Veränderung.

Ganz dasselbe wie für die Veränderung der Intensität und Qualität gilt aber auch für die Ortsänderung. Durchläuft das Wahrnehmungsbild im subjektiven Gesichtsfelde (im „Sehraume" Herings) kontinuierlich eine Strecke, so müssen wir mindestens mit der Möglichkeit rechnen, dafs eine unmittelbare Auffassung der kontinuierlichen Ortsänderung eintreten kann. Denn die Auffassung wird natürlich auch in einem solchen Falle nicht durch den Empfindungsinhalt bedingt, wie er in einem bestimmten Zeitpunkte vorhanden ist, sondern durch das während einer gewissen Zeitstrecke ablaufende psychische Geschehen, das als einheitliches Ganzes die Auffassung bedingt. Dieses einheitliche Ganze aber ist ein anderes, wenn das Wahrnehmungsbild eine Strecke im „Sehraum" durchwandert, als wenn es ruht.

Natürlich handelt es sich im Vorstehenden nur um die einfachste Annahme, mit der man zunächst versuchen mufs auszukommen. Durchaus möglich ist andererseits auch, dafs durch einen Ton von kontinuierlich zunehmender Stärke nicht nur ein Empfindungsinhalt hervorgerufen wird, wie ihn die schräge Linie ii_1 repräsentiert, sondern aufserdem noch eine „Veränderungsempfindung". Und ebenso hat man auch mit der Möglichkeit einer Bewegungsempfindung zu rechnen. Die experimentelle Untersuchung hat erst die Entscheidung herbeizuführen.

3. Der zweite von Exner angeführte Grund scheint mir aber nicht einmal ein Beweis gegen die Schlufstheorie zu sein. Die angeführten Versuche über die kleinste Zeitdifferenz, die eben noch erkannt werden kann, hat Exner in der Arbeit „Exp. Untersuchungen der einfachsten psychischen Prozesse" (3. Ab-

handlung)[1] näher beschrieben. Er ging aus von der Frage nach der kleinsten Zeitdifferenz, welche eben genügt, um die Ungleichzeitigkeit zweier Eindrücke zu erkennen. Diese „kleinste Differenz“ wurde auf folgende Weise zunächst für das Zentrum der Netzhaut bestimmt.

An der unteren Fläche einer horizontal stehenden Scheibe wurden zwei Metallstreifen wie Uhrzeiger angebracht. Die Enden dieser Streifen waren rechtwinklig umgebogen und gingen in Nadelspitzen aus. Bei einer jeden Umdrehung der Scheibe streiften die Spitzen je einmal durch die Kuppe eines Quecksilbernäpfchens. Diese und die Spitzen standen in Verbindung mit den Polen einer elektrischen Batterie. Auf diese Weise entstand bei jeder Umdrehung an jeder Quecksilberkuppe ein starker Öffnungsfunken, der zur Beobachtung benutzt wurde. Die Zeitdifferenzen zwischen dem Überspringen der beiden Funken konnten beliebig variiert werden, da die Zeiger unabhängig voneinander verschiebbar waren. Die Bilder der beiden Funken befanden sich auf der Netzhaut in einem Abstand von 0,011 mm. Es wurde nur mit einem Auge beobachtet. Die Scheibe wurde mittels eines elektromagnetischen Rotationsapparates von Helmholtz in gleichmäfsige Drehung versetzt. Die Stelle, wo die Funken überspringen sollten, wurde fixiert. Da Exner nie bemerkte, dafs in einem Falle die Zeitdifferenz, welche erforderlich war, um die Ungleichzeitigkeit zweier Eindrücke zu erkennen, verschieden gewesen wäre von jener Zeitdifferenz, welche nötig war, um zu erkennen, welcher der Reize der erste, welcher der zweite war, so dienten die Angaben bezüglich der Reihenfolge als Kriterien für die Erkennung der Zeitdifferenz. Das Auge des Beobachters befand sich in einer Entfernung von 280 mm. Die kleinste Differenz betrug 0,044 Sek. Befand sich das Auge des Beobachters in einer Entfernung von 640 mm, so stellten sich als kleinste Differenz die Zahlen 0,021 und 0,015 Sek. heraus. Die Ursache, dafs die Zahlen nicht übereinstimmen, liegt nach Exner in der ungleichen Entfernung des beobachtenden Auges und der daraus resultierenden wesentlich verschiedenen Versuchsbedingungen. Im ersten Falle, wo die Entfernung des Auges gering war, war ein jeder Funke für sich und an seinem Platze sichtbar; dagegen im Falle der gröfseren Ent-

---

[1] *Pflügers Archiv. f. d. ges. Physiol.* **11.** 1875.

fernung erhielt Exner den Eindruck einer Bewegung, als ob ein Funken in den anderen überspringe. Exner gibt an, die Richtung der Bewegung viel genauer erkannt zu haben, als das frühere Auftreten eines Funkens „und aus ersteren machte er einen unbewufsten Schlufs auf letzteres“. Als Ursache der wahrgenommenen Scheinbewegung werden die am myopischen Auge des Beobachters entstandenen Zerstreuungskreise angenommen. Exner verfolgte weiter diese Beziehung zwischen der Wahrnehmung von Zeitdifferenzen und Bewegungen und stellt zu diesem Zwecke noch einige Versuche an. Die Anordnung des ersten Versuches einer weiteren Reihe geschah auf folgende Weise.

In einem Blechzylinder, in dessen Inneren eine Gasflamme brannte, befanden sich senkrecht übereinander zwei Löcher mit einem Durchmesser von 3,3 mm. Die Mittelpunkte der Löcher waren 10,7 mm voneinander entfernt. Eine vertikal gestellte Scheibe rotierte vor diesen stark leuchtenden Öffnungen. Die Scheibe hatte einen radiären Ausschnitt ebenfalls von 3,3 mm Breite. Bei jeder Umdrehung der Scheibe wurden in einer gewissen Lage die beiden Signale nacheinander sichtbar. Die Richtung, in welcher die Drehung erfolgte, konnte mit Leichtigkeit geändert werden. Der Fixationspunkt war nicht genauer bestimmt, weil die Signale in einer Entfernung von 0,34 mm voneinander auf der Netzhaut lagen und bei der Intention sie anzublicken, beide Bilder auf die macula lutea fielen. Wurde zehnmal hintereinander bei einer gewissen Geschwindigkeit richtig erkannt, welches der beiden Signale zuerst sichtbar war — so wurde die Geschwindigkeitsgrenze des deutlichen Erkennens ermittelt. In diesem Falle stellte sich als kleinste Differenz 0,045 Sek. heraus. Die Anordnung des zweiten Versuches dieser Reihe war derjenigen des ersten ähnlich. Anstatt der Löcher wurde ein Spalt als Signal benutzt. Zwischen den beiden Löchern des ersten Versuchs wurde eine Verbindung hergestellt durch je einen vertikalen Schnitt, der die beiden Kreise tangierte. Vor diesem Ausschnitt rotierte wieder die vorher beschriebene Scheibe. Der Beobachter erhielt den Eindruck eines wandernden hellen Fleckens, während die Scheibe vor dem Ausschnitt vorbeirückte. Die kleinste Differenz für die Erkennung dieser Bewegung betrug für Exner 0,014 Sek. Auch die Peripherie der Netzhaut untersuchte Exner bei ähnlichen Bedingungen und fand folgende Werte: Bei scheinbarer Bewegung betrug die kleinste Differenz

0,017 Sek., bei wirklicher Bewegung 0,016 Sek., blieben die Signale an ihrem Orte und wurde keine Bewegung wahrgenommen, so betrug die kleinste Differenz 0,049 und unter anderen Umständen 0,055 Sek. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dafs die oben erwähnten Versuche an einem Auge angestellt wurden. Die kleinste Differenz für beide Netzhautzentren untersuchte Exner nur bei der Wahrnehmung einer scheinbaren Bewegung und fand unter diesen Umständen den Wert von 0,017 Sek. Zur besseren Orientierung über die gefundenen Zahlen entnehme ich aus der zitierten Abhandlung eine Tabelle (I).

I.

Kleinste Differenz des Gesichtssinnes.

Reizstellen	Signale	Die Signale machen scheinbare oder wirkliche Bewegung	Die Signale bleiben an ihrem Orte
Netzhautzentrum	Elektr. Funken	0,015	0,044
	Helle Kreise	—	0,045
	Heller Spalt	0,014	—
Netzhaut-peripherie	Elektr. Funken	0,017	—
	Helle Kreise	0,017	0,049 u. 0,055
	Heller Spalt	0,016	—
[1] Zentrum und Peripherie	Helle Kreise	—	0,076
Zentrum beider Augen	Elektr. Funken	0,017	—

Gegen diesen Exnerschen Beweis ist ein prinzipieller Einwand geltend zu machen. Ein psychologisch äufserst wichtiges Moment liefs Exner nämlich gänzlich unbeachtet. Es handelt sich darum, dafs bei dem von Exner verfolgten Zweck vor allen Dingen Zeitdifferenzen so in Betracht zu ziehen sind, wie sie im subjektiven Gesichtsfelde (im „Sehraume“ Herings) auftreten. Dafs objektiv die Reize auf der Netzhaut in einer Zwischenzeit von 0,045 Sek. resp. 0,044 Sek. (Zentrum der Netzhaut) in dem einen und 0,015 Sek. resp. 0,014 Sek. in dem anderen Falle eintraten, be-

[1] Diese Versuche fallen für unsere Zwecke weniger in Betracht und wurden deshalb oben nicht erwähnt.

rechtigt uns noch nicht zu dem von Exner gemachten Schlufs. Diese Zahlen gelten für die Vorgänge, wie sie sich auf der Netzhaut abspielen. Anzunehmen, dafs die Zeitverhältnisse im Bewufstsein die gleichen sind, liegt kein Grund vor. Im Gegenteil es sprechen Tatsachen dafür, dafs im subjektiven Gesichtsfelde, im Bewufstsein, die Empfindungen nicht immer unter den gleichen Zeitverhältnissen auftreten, unter welchen die Reize objektiv geboten werden. In unserem Falle, wo es sich um die Möglichkeit eines psychischen Aktes — des Erschliefsens einer Bewegung aus Zeitdifferenz handelt — sind vor allen Dingen die Zeitdifferenzen wie sie im Bewufstsein auftreten, zu beachten. Zunächst scheinen einige Beobachtungen beim Leseprozefs für die Möglichkeit von Zeitverschiebungen zu sprechen. Schumann hat bei tachistoskopischen Versuchen mit auslöschendem Reize hierher gehörige Feststellungen gemacht. Die Versuchsanordnung bezweckte, das bei momentaner Exposition von Buchstaben längere Zeit andauernde positive Nachbild zu zerstören, das erst den Erkennungsvorgang ermöglicht.

Schumann[1] liefs mit Hilfe seines Tachistoskops in dem Gesichtsfelde eines Fernrohrs für sehr kurze Zeiten (z. B. 0,01 Sek.) Buchstaben sichtbar werden und dann nach einer variierbaren und genau mefsbaren Zeit eine intensive Erleuchtung des ganzen Gesichtsfeldes folgen. Dieser auslöschende Reiz erfüllte aber seinen Zweck nicht ganz vollständig, da die Wahrnehmungsbilder der Buchstaben dem Eintritt der starken Lichtempfindung ins Bewufstsein gleichsam Widerstand leisteten; sie blieben häufig auf leuchtendem Untergrunde noch weiter bestehen. Ja es kam sogar folgendes vor. Trat die starke Lichtempfindung im subjektiven Gesichtsfelde auf, nachdem eben die Wahrnehmungsbilder der Buchstaben aufgehört hatten, so wurden diese Wahrnehmungsbilder zuweilen von neuem auf leuchtendem Untergrunde sichtbar. An dem Platze des subjektiven Gesichtsfeldes, an dem die Buchstabenbilder sich befanden, drangen also die starken Lichtreize erheblich später zum Bewufstsein durch als in der Umgebung. Ebenso ist es auch denkbar, dafs bei den Versuchen von Exner in den Fällen, in denen die Bilder der elektrischen Funken auf die Netzhaut infolge der Zerstreuungskreise über-

[1] Die Erkennung von Buchstaben und Worten bei momentaner Beleuchtung. Bericht über den 1. Kongrefs f. exp. Psychologie, S. 35. 1900.

einandergriffen, der zweite Reiz verspätet zum Bewufstsein gelangte. Und auch in dem zweiten Versuche EXNERS, bei dem zunächst zwei Löcher und dann ein zwischen beiden hergestellter Ausschnitt sukzessiv erleuchtet wurden, ist es wenigstens nicht unmöglich, dafs bei der sukzessiven Erleuchtung des Ausschnittes die Zeitdifferenzen in dem Auftreten der Empfindungen gröfser waren als die Zeitdifferenzen der Reize. So zeigen ja auch die Versuche von BETHE[1], der bei gleichzeitiger Erhellung des Gesichtsfeldes deutliche Sukzessionen in dem Auftreten der Lichtempfindung an verschiedenen Stellen des subjektiven Gesichtsfeldes fand, dafs die Zeitverhältnisse der Empfindungen nicht den zeitlichen Verhältnissen der Reize auf der Netzhaut zu entsprechen brauchen.

Nach diesen Ausführungen ist es nicht zu verwundern, dafs neuere Experimentatoren unter etwas veränderten Versuchsbedingungen wesentlich andere Resultate erhalten haben als EXNER. Nach BOURDON[2] und STRATTON[3] genügen keineswegs zur Bewegungswahrnehmung kleinere Zeiten als zur Erkennung der blofsen Aufeinanderfolge. Während BOURDON die Schwellen ungefähr gleich fand, konnte STRATTON bei geübten Beobachtern sogar feststellen, dafs sie Sukzession bei kleineren Zeitdifferenzen erkannten als Bewegung.

4. Auch gegen die dritte von EXNER zugunsten der spezifischen Bewegungsempfindung angeführte Versuchstatsache erheben sich meines Erachtens schwerere Bedenken. Die Ergebnisse der Versuche über das Verhältnis zwischen Distinktionsvermögen und Bewegungsempfindlichkeit der Netzhautperipherie sind zwar noch mehrfach nachgeprüft worden und es hat sich auch immer die Überlegenheit der Bewegungsempfindlichkeit bestätigt. Aber die Frage ist, ob sich dies Resultat nicht auch ohne die Annahme einer besonderen Bewegungsempfindung erklären läfst. So hat schon W. L. STERN[4] einen anderen Er-

---

[1] A. BETHE, Beobachtungen über die persönliche Differenz an einem und beiden Augen. *Arch. f. d. ges. Physiologie* 121.

[2] BOURDON, La perception visuelle de l'espace, S. 189 ff. Paris, 1904.

[3] STRATTON, The perception of change. *Psychological Review* 18, S. 262 ff. (Diese Abhandlung ist erst nach Abschlufs obiger Arbeit in meine Hände gelangt.)

[4] Die Wahrnehmung von Bewegungen vermittels des Auges. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane.* 1894.

klärungsversuch gemacht auf Grund der Resultate weiterer von ihm über die Sehschärfe und die Bewegungsempfindlichkeit der Netzhautperipherie angestellter Versuche.

Seine Versuchsanordnung war die folgende Weise: Eine grofse Milchglastafel, die von hinten durch zwei Argandflammen gleichmäfsig und ziemlich intensiv beleuchtet wurde, war an einem Ende eines völlig dunklen Korridors aufgestellt. Über diese Tafel war ein senkrechter schwarzer Papierstreifen gespannt, der sie in zwei Teile teilte. Indem STERN die Breite des Streifens variierte, konnte er die Entfernung der beiden Felder finden, bei welcher die Trennung dieser Teile nicht mehr wahrgenommen wurde. So konnte die Sehschärfe für ruhende Objekte untersucht werden. Um die Empfindlichkeit für Bewegungen zu prüfen, brachte STERN vor der Platte einen Papierschirm an, der in der Mitte einen quadratischen Ausschnitt von 10 cm Seitenlänge hatte; dieser wurde als leuchtendes Objekt verwertet. Der Schirm liefs sich bewegen und die Elongationen desselben konnten leicht variiert werden und waren genau mefsbar. Von wesentlichen Anordnungen dieser Versuchsreihe ist noch zu erwähnen, dafs für das direkte Sehen das gesamte Bild durch die Objektivlinse eines Mikroskops auf $^1/_{400}$ ihrer Gröfse reduziert wurde. Es war das notwendig aus dem Grunde, weil bei direkten Sehen die schmalsten Streifen zwischen den hellen Objekten und die kleinsten ausführbaren Elongationen noch sichtbar waren. Die Versuche bei ruhendem Objekte wurden mit Streifen von $^1/_2$, $^3/_4$, 1, 1 $^1/_2$, 2 cm Breite vollzogen; die Elongationen des Pappschirmes bei Versuchen mit bewegtem Objekte vollzogen sich in gleichen Strecken. Bei indirektem Sehen betrug der Gesichtswinkel zwischen dem beobachtenden Objekte und dem Fixationspunkte 20 Grad. Als Resultate für das direkte Sehen ergab sich, dafs die Breite, die nach STERN noch gerade als Trennungsgebiet zweier ruhender Objekte bezeichnet werden kann, ziemlich gleich war mit derjenigen, innerhalb deren eine Bewegung wahrgenommen wurde. Anders gestalteten sich die Ergebnisse für das indirekte Sehen. Die Grenze bei ruhendem Objekte liegt hier zwischen $^3/_4$ und 1 cm, bei bewegten zwischen 0 und $^1/_2$ cm. Die Empfindlichkeit für Bewegungen in der Netzhautperipherie war also, auch nach diesen Versuchen im Verhältnis zu ihrer Sehschärfe und zur Bewegungsempfindlichkeit auffallend gröfser.

Als STERN jedoch dann 2 weitere Versuchsreihen anstellte

und bei der ersten die Helligkeit der weifsen Flächen grofs, bei der zweiten aber klein nahm, zeigte sich, dafs bei abnehmender Helligkeit der Unterschied der Sehschärfen für Ruhe und Bewegung nicht nur abnahm, sondern sogar in das Gegenteil umschlug. Bei sehr geringer Lichtstärke lag die Grenze der Unterscheidungsfähigkeit für Bewegungen sogar ein wenig tiefer als für Ruhe. STERN nimmt auf Grund dieser Versuche an, dafs der Unterschied der Sehschärfen für Ruhe und Bewegung bei gröfserer Helligkeit durch die Irradiation bedingt ist, die ja im indirekten Sehen eine wesentliche Rolle spielt.

Ferner haben noch verschiedene Autoren Untersuchungen über das räumliche Distinktionsvermögen der Netzhautperipherie angestellt, während andere Forscher die Bewegungsempfindlichkeit geprüft haben. Aber die Versuche über diese beiden Funktionen sind unter so verschiedenen Bedingungen angestellt, dafs man die Zahlen nicht miteinander in Beziehung bringen kann. Deshalb hat dann nochmals L. RUPPERT unter Leitung EXNERS sehr sorgfältige Versuche im Wiener physiologischen Institute über das Verhältnis zwischen indirekter Sehschärfe und Bewegungsempfindlichkeit für eine gröfsere Anzahl von Netzhautstellen ausgeführt. Es wurde speziell „für einen gröfseren Teil des durch die Fovea centralis horizontal verlaufenden Meridians“ einerseits das räumliche Distinktionsvermögen und andererseits die Bewegungsempfindlichkeit festgestellt, und zwar durch zwei Versuchsreihen, welche unter sonst nach Möglichkeit gleichartigen Umständen mit derselben Versuchsanordnung und denselben Versuchspersonen angestellt wurden. Die Sehschärfe wurde nun zunächst bestimmt für eine Reihe von Punkten des erwähnten Meridians, die immer je 5° voneinander entfernt waren. Benutzt wurden transparente Zeichen (die COHNschen Haken E ш), die in die vordere Wand eines Kastens eingesetzt waren, der im Innern eine Glühlampe trug. Die Versuchsperson „hatte anzugeben, ob der offene Teil des Hakens nach rechts, links, oben oder unten gekehrt war“. Die Empfindlichkeit für Bewegungen im indirekten Sehen andererseits wurde geprüft durch eine Vorrichtung, welche gestattete einen indirekt gesehenen leuchtenden Punkt während der Dauer einer Sekunde in eine variierbare und genau mefsbare Bewegung zu versetzen.

Auch hier zeigte sich eine deutliche Überlegenheit der Netzhautperipherie für die Wahrnehmung der Bewegung. Es wurde

bereits eine Bewegung wahrgenommen, „wenn der Weg des Objektes in einer Sekunde bedeutend kleiner war als der Gesichtswinkel, unter dem der einzelne Hakenstrich erschien, auch wenn die Lage des Hakens noch nicht erkannt wurde“.

Bei der Besprechung dieser Resultate will ich davon absehen, dafs auch bei Rupperts Vesuchen ein Einflufs der Irradiation wohl nicht ganz ausgeschlossen war, und will als bewiesen betrachten, dafs das räumliche Distinktionsvermögen auf der Netzhautperipherie geringer ist als die Empfindlichkeit für Bewegungen. Die Frage ist für mich nur, ob dies Resultat auch als Beweis für die Existenz einer Bewegungsempfindung, einer Empfindung sui generis, betrachtet werden darf. Bevor diese Frage bejaht werden kann, ist jedenfalls erst zu prüfen, ob nicht andere Faktoren, z. B. besondere anatomische Einrichtungen der Netzhautperipherie oder zentrale Faktoren die gröfsere Empfindlichkeit für die Wahrnehmung von Bewegungen erklären können.

Die Grenze des räumlichen Distinktionsvermögens beim direkten Sehen ist bekanntlich dadurch gegeben, dafs zwischen zwei gereizten Netzhautelementen wenigstens ein ungereiztes liegen mufs. Dafs in einem solchen Falle distinkte Punkte gesehen werden, ist dann dadurch ermöglicht, dafs in der Fovea centralis jeder Zapfen durch eine besondere Nervenfaser versorgt wird, die die Erregung isoliert zum Zentralorgan leitet. In der Netzhautperipherie werden aber mehrere empfindliche Elemente von einer einzigen Faser versorgt, und diese Tatsache ist wesentlich mit für die geringe Sehschärfe der Netzhautperipherie verantwortlich zu machen. So ergab z. B. eine im physiologischen Institut zu Wien vorgenommene Zählung von F. Salzer, dafs im menschlichen Auge die Netzhaut etwa $3^1/_2$ Mill. Zapfen, der Sehnerv dagegen etwa $^1/_2$ Mill. Fasern enthält. Somit wären in der menschlichen Netzhaut 7 mal so viel Zapfen als Fasern vorhanden.

Würden wir nun voraussetzen können, dafs die durch eine und dieselbe Faser versorgten empfindlichen Elemente auf der Netzhaut so unmittelbar nebeneinander angeordnet sind, dafs kein Element zwischen ihnen steht, welches von einer anderen Faser versorgt wird, so würde die Grenze der Sehschärfe im indirekten Sehen wohl dadurch gegeben sein, dafs eine gereizte zusammengehörige Gruppe von Elementen von der nächsten ge-

reizten Gruppe durch eine ungereizte getrennt sein müfste. Dies würde wenigstens anzunehmen sein für den „Fall, dafs alle anderen Faktoren (und zwar auch die zentralen) im direkten und indirekten Sehen sich gleich verhalten würden. Dann wäre in der Tat von vornherein zu erwarten, dafs Sehschärfe und Bewegungsempfindlichkeit nach der Peripherie in gleicher Weise abnehmen müfsten, und das durch die Versuche festgestellte abweichende Verhalten könnte wohl die Annahme einer besonderen Bewegungsempfindung nahelegen.

Nun hat aber schon E. v. Fleischl eine Hypothese über eine abweichende Versorgung der empfindlichen Elemente der Netzhautperipherie durch Nervenfasern aufgestellt, die ohne weiteres die grofse Empfindlichkeit der Peripherie für Bewegungen erklären könnte. Fleischl geht von der Annahme aus, dafs in der Netzhautperipherie die von einer Faser versorgten Zapfen nicht auch anatomisch eine Gruppe bilden, sondern mit Zapfen vermischt stehen, welche von anderen Nervenfasern versorgt werden". Eine solche Anordnung müfste natürlich noch eine weitere Herabsetzung der Sehschärfe bedingen, weil der Bezirk sich vergröfsern würde, von dem aus ein und dasselbe Lokalzeichen hervorgerufen werden könnte. Andererseits würde eine solche Anordnung auch die gröfsere Empfindlichkeit für Bewegungen erklären, weil schon bei einer verhältnismäfsig geringen Verschiebung des Bildes auf der Netzhaut verschiedene Lokalzeichen nacheinander gegeben wären. v. Fleischl folgert ferner: „Es mufs wegen des vielfachen und ausgiebigen Ineinandergreifens der Empfindungskreise eine diesem Umstande entsprechende eigentümliche und besondere Art der Unsicherheit in der Deutung der peripherischen Netzhautbilder existieren." Also die bekannte Unsicherheit unseres Urteils in Beziehung auf Formen und Konturen im indirekten Sehen würde ebenfalls durch diese Übereinanderlagerung von Empfindungskreisen erklärlich.

Aufserdem ist auch noch denkbar, dafs zentrale Faktoren vorhanden sind, die einerseits eine Herabsetzung der Sehschärfe im indirekten Sehen bedingen, während sie andererseits die Bewegungsempfindlichkeit entweder gar nicht stören oder sogar noch unterstützen. Es scheint häufig vorausgesetzt zu werden, dafs die Sehschärfe nur eine physiologische Funktion der Netzhaut sei (z. B. in der Arbeit von Ruppert). Vor kurzem hat

aber Jaensch[1] ausführlich gezeigt, dafs die Sehschärfe noch von einem zentralen Faktor abhängig ist, der für dieselbe Stelle der Netzhaut je nach den Umständen ganz verschiedene Resultate bedingen kann. Jaensch geht aus von einem Phänomen, das schon Aubert und Förster gefunden hatten. Diese beiden Forscher hatten Untersuchungen über die Sehschärfe in der Weise angestellt, dafs sie zwei schwarze Quadrate auf weifsem Grunde, deren Entfernung voneinander gleich der Seite des Quadrates war, von der Peripherie her dem Fixationspunkte genähert hatten. Es wurde dann die Stelle bestimmt, an der eben die Quadrate als zwei unterschieden werden konnten. Die Objekte wurden in 200, 400 und 1000 mm Entfernung vom Auge aufgestellt und zwar wurden bei der kleinsten Entfernung Quadrate von 4 mm Seite, bei den gröfseren Entfernungen solche von 8 und 20 mm Seite genommen, so dafs die kleinen, mittleren und grofsen Objekte unter genau gleichem Gesichtswinkel erschienen. Es ergab sich, dafs bei den verschiedenen Entfernungen der Objekte vom Auge nicht etwa die Winkel, innerhalb deren die Quadrate unterschieden werden konnten, gleich waren, sondern bei den geringen Entfernungen war der Winkel ganz erheblich gröfser. Die von denselben peripheren Netzhautstellen kommenden gleichen Nervenerregungen riefen also einmal distinkte Wahrnehmungsbilder der beiden Quadrate hervor, ein anderes Mal nicht, je nachdem die Quadrate in kleinerer oder gröfserer Entfernung erschienen. Diese Versuche, die Jaensch dann weiter geführt hat, zeigen deutlich, dafs peripheren Netzhautelementen, deren Erregungen bei Versuchen über Sehschärfe zunächst noch zu keinen distinkten Wahrnehmungsbildern führen, doch sehr wohl verschiedene Lokalzeichen zukommen können. Nimmt man aber an, dafs es eine unmittelbare Auffassung der Ortsänderung gibt in der Weise, wie ich dies oben auseinandergesetzt habe, so ist für eine solche Auffassung nur erforderlich, dafs das Wahrnehmungsbild sukzessiv verschiedene Orte im subjektiven Sehfelde (im Sehraume Herings) einnimmt. Dies kann aber immer geschehen, wenn das Bild eines bewegten Objektes sich auf der Netzhaut verschiebt und dadurch sukzessiv Elemente erregt werden, denen verschiedene Lokalzeichen zukommen.

---

[1] Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. *Zeitschr. f. Psychol.* Erg.-Bd. 4. Leipzig 1909.

Ich habe EXNERS Versuche in folgender Weise nachgeprüft:

Ein Flachzirkel mit zwei rechtwinklig aufgesetzten Spitzen wurde in einem Stativ befestigt. Der Zirkel war schwarz gefärbt, 15 cm lang und 8 mm breit. An die Spitzen wurden während eines jeden Versuches ein paar Scheiben angebracht, so dafs sie in derselben Ebene standen. Die Scheiben waren von verschiedener Gröfse und Farbe; der Durchmesser der Scheiben betrug 14, 20, 30 und 40 mm; die Farben waren weifs, schwarz, rot, gelb, grün und blau. Der Zirkel wurde auf einem Tisch so angebracht, dafs er in das indirekte Gesichtsfeld des Beobachters fiel. Der Kopf der Vp. wurde von hinten durch ein geeignetes Kopfstativ festgehalten, so dafs er immer in der gleichen Lage verblieb. Der Zirkel und das Kopfstativ befanden sich in einer Höhe von 1,10 m. Der Zirkel befand sich um 5 cm seitlich von dem der Anordnung zugewandten Auge der Versuchsperson. Hinter dem aufgestellten Zirkel befand sich ein grofser schwarzer Schirm als Hintergrund, der bei einigen Versuchen durch einen anders gefärbten ersetzt wurde. Der Versuch bestand darin, dafs dem Beobachter Scheiben von verschiedener Gröfse und Farbe dargeboten wurden, teils in Ruhe, teils in Bewegung. Hauptsächlich kam es darauf an, ob die Eindrücke als ein zusammenhängender Fleck oder als zwei disparate Objekte erschienen. Während des Versuches wurde dem Beobachter ein Objekt zum Fixieren geboten. Nach einem jeden Versuch schlofs die Vp. die Augen; während dieser Zeit wurden die Objekte gewechselt. Ich ging bei diesen Versuchen so vor, dafs ich zunächst den Hintergrund, die Gröfse der Scheiben und ihren Abstand konstant liefs und nur die Farbe der Kreise variierte. So wurden z. B. bei schwarzem Hintergrund in einer Entfernung von 7 cm (vom Zentrum bis zum Zentrum gemessen) zwei Scheiben von je 30 mm Durchmesser ins indirekte Sehen gebracht. Waren beim ersten Versuch beide Scheiben grün, so bot ich dem Beobachter bei dem nächsten Versuch eine grüne und rote, bei dem weiteren eine grüne und blaue usf. Die Versuche zeigten deutlich, wie grofs die Rolle der absoluten und relativen Färbung der Kreise ceteris paribus für das Vermögen distinkt wahrzunehmen ist. Das sei nur nebenbei erwähnt. Ich behalte mir vor, über diese Versuchsergebnisse ausführlicher bei der nächsten sich darbietenden Gelegenheit zu referieren.

5. Was endlich den letzten von EXNER angeführten Grund anbetrifft, so kann ich mich sehr kurz fassen. Wenn eine Analogie zwischen Gesichtsempfindungen und Bewegungseindruck insofern besteht, als beide negative Nachbilder haben, so kann man natürlich auf Grund dieser Tatsache höchstens *vermuten*, dafs es sich beim Bewegungseindruck um eine Empfindung handelt. Die Vermutung wird zwar dadurch weiter gestützt, dafs sich später noch mehr Analogien zwischen unmittelbarem Bewegungseindruck und Gesichtsempfindungen gezeigt haben; doch

kann man das natürlich immer noch nicht als einen Beweis betrachten.

6. Können demnach auch die von EXNER zunächst angeführten Gründe nicht als voll beweisend gelten, so zeigen doch spätere im Wiener physiologischen Institute angestellte Versuche, dafs EXNER mit der Annahme einer Bewegungsempfindung der Wahrheit mindestens sehr nahe gekommen war. Insbesondere gelang es v. FLEISCHL [1] in ganz einwandfreier Weise zu zeigen, dafs ein unmittelbarer Bewegungseindruck auch dann entstehen kann, wenn die Wahrnehmung einzelner Phasen des bewegt erscheinenden Objektes vollständig ausgeschlossen ist. Er konstatierte bei Versuchen über die scheinbare Geschwindigkeit einer Bewegung die folgende fundamentale Tatsache.

Eine Kymographiontrommel war mit einem Papier überzogen, das in vollkommen regelmäfsiger Weise mit parallelen äquidistanten Linien bedeckt war. Das Auge des Beobachters befand sich in einer Entfernung von $^1/_2$ m. Zwischen Auge und Papier stand ein schwarzer Schirm, mit einem Fensterchen versehen. Somit blieb die ganze Trommel bedeckt aufser dem kleinen mittleren Stück, welches durch das Schirmfenster sichtbar war. In der Mitte des Fensters oder an seinem unteren oder oberen Rande war ein Fixationszeichen angebracht. Der Zylinder rotierte mit einer solchen Geschwindigkeit, dafs ein Punkt des Papiers 10—25 mm in der Sekunde zurücklegte. Bei Arretierung der Bewegung gewahrte man ein entgegengerichtetes Bewegungsnachbild, wenn man es auf einen beliebig von Gegenständen erfüllten Raum projizierte. Da während der Beobachtung das Zeichen im Fenster fixiert wurde, so wurde immer nur ein scharf begrenzter Teil der Netzhaut von den in Bewegung begriffenen Bildern bestrichen. Dieser Umstand war nicht ohne Einflufs auf das Bewegungsnachbild. Das Nachbild hatte gleichfalls eine scharfe Grenze und alles aufserhalb dieser Grenze blieb vollkommen ruhig. Obwohl sich Teile im Nachbild stetig dem linken Ende desselben zu näher schienen, sah man sie doch in konstanter Entfernung voneinander. „Man sah — sagt FLEISCHL — von einer vertikalen Linie, deren mittlerer Anteil im Nach-

---

[1] E. v. FLEISCHL, Physiol.-optische Notizen, Berichte der Wiener Akad., math.-nat. Kl., III. Abt., Bd. 86. 1882.

bild lag, diesen mittleren Anteil parallel mit sich nach links wandern und sah doch die gerade Linie nicht in 3 Stücke zerbrechen, sondern man sah sie entweder gerade bleiben oder manchmal allerdings sich ein wenig nach links ausbiegen, aber durchaus nicht entsprechend dem durch die Geschwindigkeit im Nachbilde geforderten Maſse.“ Aus diesen und noch einigen ähnlichen Experimenten folgert Fleischl, daſs die Grundsätze der Logik Geltung für Gedanken und Vorstellungen beanspruchen können, nicht aber für Empfindungen. Zweifelsohne ist das soeben beschriebene Experiment ein glänzender Beweis für die Unhaltbarkeit der Schluſstheorie.

Ich habe diese Beobachtung mit der gleichen Versuchsanordnnug nachgeprüft. Es konnten zwar nicht alle Vpn. die von Fleischl beschriebene Erscheinung mit Sicherheit feststellen, wohl aber einige. Die Scheinbewegungen treten am deutlichsten auf, wenn man etwas traumverloren die Linien betrachtet. Man kommt dann aber leicht in einen gedankenlosen, schwindelähnlichen Bewuſstseinszustand, der für genauere Beobachtung wenig günstig ist. Dabei kann man sich nicht recht klar darüber werden, ob das bewegt erscheinende Stück der Linie sich von den angrenzenden Teilen loslöst oder nicht. Man muſs sich erst ordentlich innerlich zusammennehmen und eine Linie als einheitliches Ganzes im Bewuſstsein hervortreten lassen, um zu einem sicheren Urteile zu gelangen. Dann hört aber bei vielen Vpn. sofort die Scheinbewegung auf.

Leichter gelingt dagegen der folgende Versuch mit der gleichen Versuchsanordnung. Man beobachte einige Zeit Linien bei fester Fixation des am Schirmausschnitte angebrachten Zeichens und halte darauf die Trommel in einem Augenblicke an, wo gerade eine Linie ganz dicht am unteren oder oberen Rande des Schirmausschnittes sich befindet. Diese Linie scheint sich dann auch sehr lebhaft zu bewegen, ohne daſs ihr Abstand von dem in Ruhe verharrenden Rande sich auch nur im geringsten zu ändern scheint.

Oder man befestige auf der Achse eines Farbenkreisels eine Scheibe, auf der z. B. 6 weiſse und 6 schwarze Sektoren sich befinden. Oberhalb der Scheibe bringe man ferner einen weiſsen Karton an, der zur Hälfte mit schwarzem Papier so überzogen ist, daſs eine scharfe gerade Grenzlinie entsteht. Diese Grenzlinie muſs so orientiert werden, daſs sie genau in der Fort-

setzung des senkrechten Durchmessers der Scheibe liegt und möglichst dicht an die Scheibe heranragt. Läfst man nun die Scheibe einige Zeit nicht zu rasch rotieren bei fester Fixation des Mittelpunktes und hält sie dann in dem Augenblicke an, wo gerade die Grenzlinie zweier Sektoren genau in der Fortsetzung der Grenzlinie des Kartons liegt, so kann man auch beobachten, dafs die Scheibe bewegt erscheint und dafs doch die beiden erwähnten Grenzlinien immer senkrecht untereinander liegen bleiben.

Aus diesen Beobachtungen geht mit Sicherheit hervor, dafs ein Objekt mit sinnlicher Deutlichkeit bewegt erscheinen kann, auch wenn das ihm entsprechende Wahrnehmungsbild gar keine Ortsänderung im „Sehraume" erfährt. Es mufs also irgend ein „Etwas" noch hinzukommen. Auch die oben angeführte Ansicht von der unmittelbaren Auffassung einer Bewegung, scheint hier vollständig zu versagen. Bevor ich jedoch auf diesen Punkt näher eingehe, will ich zunächst noch einen Versuch anführen, den SCHUMANN auf dem Würzburger Kongresse in der Diskussion erwähnt hat, die sich an den Vortrag von LINKE „Neue stroboskopische Versuche" anschlofs.[1]

7. Exponiert man mit Hilfe des SCHUMANNschen Tachistoskops für einen Moment den vertikalen Balken eines Kreuzes und nach einem Bruchteil einer Sekunde (z. B. 0,1 Sek.) den horizontalen, so kann der Eindruck auftreten, als ob der vertikale Balken in die horizontale Lage herumspringe. Das Analoge tritt ein, wenn zuerst der horizontale und dann der vertikale Balken exponiert wird. Achtet man dabei genau auf, so kann man leicht konstatieren, dafs nicht etwa das Nachbild bzw. primäre Gedächtnisbild des zuerst exponierten Balkens die Drehung im subjektiven Gesichtsfelde (im „Sehraume") wirklich ausführt (die Zwischenstadien werden also subjektiv nicht ergänzt). Man kann sicher konstatieren, dafs das Bild des ersten Balkens bis zum Verschwinden seine Lage beibehält, und trotzdem ist der Eindruck der Drehung da. Es mufs also zu den Wahrnehmungsbildern noch ein sinnliches Moment hinzukommen.

---

[1] Bericht über den II. Kongr. für experimentelle Psychologie, S. 218. Leipzig 1907.

Ich habe die Versuche in folgender Weise angestellt. An einem SCHUMANNschen Tachistoskop wurden durch Öffnen zweier benachbarter Oktanten zwei Spalte gebildet von je 10°. Zwischen den Spalten befanden sich an der Peripherie des Rades angebrachte Flügel, mit Hilfe derer das Gesichtsfeld nach dem Vorbeigleiten des ersten Spaltes für ein kurzes Zeitintervall (bei diesen Versuchen ca. 60—80 Sigma) verdeckt wurde. Das Rad rotierte mit einer Geschwindigkeit von 1,5 Sek. für jede Umdrehung. Vor dem Tachistoskop befand sich ein astronomisches Fernrohr, welches gestattete, das Gesichtsfeld zu beschränken. Hinter dem Tachistoskop, in einer Entfernung von 1,5 bis 2 Meter vom Auge des Beobachters, stand ein Gestell zur Haltung der zur Exposition dienenden Bilder. Das Gestell bestand aus drei dicht hintereinander befestigten Rahmen, in welchen die Reizobjekte angebracht waren. Der eine Rahmen war ständig in senkrechter Stellung, die zwei anderen konnten mit Hilfe zweier Elektromagnete in senkrechter Stellung festgehalten und im gewünschten Augenblick nacheinander herunterfallen.

Bei senkrechter Stellung standen die Rahmen parallel hintereinander so, daſs der vordere die zwei hinteren gänzlich verdeckt. Am Tachistoskop war eine Vorrichtung angebracht, die es möglich machte, den durch die Elektromagnete gehenden Strom im beliebigen Zeitmoment zu schlieſsen. Das Öffnen des Stromes besorgte ein an der Peripherie des Rades angebrachter Stöpsel. Der Versuch selber geschah nun auf die Weise, daſs dem Beobachter zunächst ein im vorderen Rahmen befindliches Fixationszeichen geboten wurde zur richtigen Einstellung der Augen. Dann wurden nacheinander die in den beiden hinteren Rahmen sich befindenden Objekte dem Beobachter dargeboten. Das erstere Objekt durch den einen Spalt, das zweite durch den anderen. Der Wechsel der Objekte durch das Herunterfallen des Rahmens vollzog sich während der Zeit, in welcher das Gesichtsfeld durch die Flügel verdeckt war. Die Objekte folgten sonst aufeinander in einer Zwischenzeit von ca. 75 Sigma (in den meisten Versuchen). Vor jedem Versuch wurde das Fernrohr genau eingestellt. Eine kurze Zeit wurde der Versuchsperson das im vordersten Rahmen sich befindende Objekt zur Fixation geboten. Nach einigen Umdrehungen des Rades wurde signalisiert, dann fiel durch Öffnen des Stromes zuerst das Fixationsobjekt, dann das im nächsten Rahmen sich befindende Bild. Als Bilder dienten mit Tusche gezeichnete Zeichen (Striche) auf weiſsem Karton von Visitenkartengröſse. In dieser Versuchsreihe gelangten zur Exposition auf jedem Karton je ein Balken. Die nacheinander exponierten Balken differierten in ihrer Lage voneinander um 15°—90°. Die meisten Versuche waren mit einem vertikalen und einem horizontalen Balken angestellt. Es wurde abgewechselt, indem in einer Reihe von Versuchen als erstes Reizobjekt der horizontale Balken geboten wurde und als zweites der vertikale, in der anderen Reihe umgekehrt. Die Herren Professoren SCHUMANN und WRESCHNER hatten die Güte zu beobachten. Fast in sämtlichen Fällen wurde eine Bewegung konstatiert. Die Art der Bewegung war verschieden, je nach Umständen und Versuchsperson. Öfters wurde ein Übergehen des zuerst gebotenen Reizes aus seiner Stellung in die Stellung des zuzweit gebotenen

Reizes konstatiert. So sah man oft eine Drehung des horizontalen Balkens um 90° bis zur vertikalen Stellung. Auch ein Umklappen des vertikalen Balkens in den horizontalen wurde bei Verwendung des vertikalen Balkens als erstes Reizobjekt konstatiert. Unter Umständen wurde nur der zuzweit gebotene Reiz mit einem Ruck ins Gesichtsfeld hineinkommend gesehen. Besonders sei aber hervorgehoben, daſs nichts von irgendwelchen zwischenliegenden Phasen bei dieser Bewegungswahrnehmung gesehen wurde. Die Versuchspersonen gaben an, zwei Objekte in Ruhe gesehen zu haben und einen Ruck der diesen oder jenen Eindruck hervorrief.

Dieser Versuch ist schon vor einer Reihe von Jahren, wie mir Herr Prof. Schumann mitteilt, auf seine Anregung im Berliner Institut von Herrn Chaym mehrfach variiert. Es wurden z. B. in gleicher Weise nacheinander exponiert zuerst zwei senkrechte schwarze Striche in kleinerem Abstande und dann zwei Striche in gröſserem Abstande. Auch hier war der deutliche Eindruck des „Auseinanderrückens" da, obwohl man wieder sicher konstatieren konnte, daſs die Wahrnehmungsbilder der zuerst exponierten Striche bis zum Verschwinden ihren Ort nicht änderten und daſs keine subjektive Ergänzung der Zwischenstadien eintrat. Es schien vielmehr ein „Etwas" von den zuerst exponierten Strichen zu den zweiten hinzuhuschen.

Dieses „Etwas" dürfte gleichartig mit einem anderen „Etwas" sein, das schon früher bei Versuchen Schumanns[1] über die Vergleichung räumlicher Gröſsen sich gezeigt hat. Es wurden damals einer gröſseren Reihe von Vpn. Kreise nacheinander dargeboten zur Vergleichung der Gröſse. Auf je ein weiſses Blatt waren ein Normalkreis und 6 verschiedene Vergleichskreise gezeichnet. Zuerst wurde das Blatt mit dem Normalkreise einer Vp. gezeigt; darauf nach einer zur sorgfältigen Auffassung genügenden Zeit rasch weggenommen und an seine Stelle ein zweites Blatt mit einem gröſseren oder kleineren Vergleichskreis gebracht. Hierbei hatten nun verschiedene Vpn. eigenartige Eindrücke, die sie bei gröſseren Vergleichskreisen als eine Ausdehnung, bei kleineren als eine Zusammenziehung der Aufmerksamkeit bezeichneten. Aus einem gröſseren Vergleichskreise wurde im ersten Moment der Betrachtung ein mittleres konzentrisches Stück herausgeschnitten und dann trat eine Ausdehnung der Aufmerksamkeit nach allen Seiten ein. Bei einem kleineren Vergleichskreise zog sich umgekehrt die Aufmerksamkeit von allen Seiten auf den

---

[1] *Zeitschr. f. Psychol.* **30**, S. 254 f.

Kreis zusammen. (Einige Vpn. sprachen von einem Eindrucke des „Schrumpfens“.) Ob die Eindrücke „Ausdehnung“ und „Zusammenziehung der Aufmerksamkeit“ zweckmäfsig gewählt sind, mag hier dahingestellt bleiben. Sie waren von den Vpn. gebraucht und bezeichneten jedenfalls ein bestimmtes „Erlebnis“. Nicht die Kreise schienen sich auszudehnen oder zusammenzuziehen, sondern ein „Etwas“ schien sich von dem Inneren des Kreises nach der Peripherie auszudehnen, bzw. von aufsen auf die Kreislinie zusammenzuziehen. Auch bei der Vergleichung von Distanzen, die durch senkrechte Striche begrenzt waren, wurden die gleichen Eindrücke konstatiert. Kam an zweiter Stelle eine gröfsere Vergleichsdistanz, so schien ein „Etwas“ aus dem Zwischenraum nach der Seite des einen Striches oder nach beiden Seiten sich zu bewegen. Bei einer kleineren Vergleichsdistanz schien dagegen ein „Etwas“ sich auf die begrenzenden Striche zusammenzuziehen.

Es liegt natürlich nahe anzunehmen, dafs dieses „Etwas“ dasselbe ist, welches sich auch bei den rasch aufeinanderfolgenden Expositionen von 2 Strichpaaren mit dem Tachistoskop gezeigt hat. Ein Unterschied ist insofern vorhanden, als bei den tachistoskopischen Versuchen zunächst der Eindruck der ist, dafs die Striche sich bewegen, während bei den anderen Versuchen gleich der Eindruck da ist, dafs nicht die Striche, sondern ein anderes Etwas sich bewegt. Doch kann ja auch, wie schon erwähnt, bei den tachistoskopischen Versuchen eine geübte und sorgfältig beobachtende Vp. schon konstatieren, dafs ein „Etwas“ von einem Orte zum anderen herüberzugehen scheint und nicht die Striche. Ferner sind die Umstände bei den Versuchen über die Vergleichung sukzessiv dargebotener Distanzen insofern wesentlich verschieden, als die Vp. sieht, dafs das zuerst dargebotene Blatt mit der Normaldistanz weggenommen und an seine Stelle ein anderes Blatt gebracht wird, während bei den tachistoskopischen Versuchen auf die erste Distanz die zweite folgt, ohne dafs irgend ein anderer Bewufstseinsinhalt während der Pause auftritt. Dadurch erklärt sich genügend, dafs die Vpn. bei den Versuchen ersterer Art nicht von einer Bewegung der Linien sprechen.

Es ergibt sich hieraus, dafs nicht die Wahrnehmungsbilder der bewegt erscheinenden Objekte selbst im „Sehraume“ eine Strecke zu durchwandern brauchen, um bewegt zu erscheinen, sondern dafs an ihrer Stelle auch ein anderes „Etwas“ diese Orts-

änderung vollziehen kann. Dies könnte zunächst auffallend erscheinen, da ja gleichsam eine Übertragung des Bewegungseindruckes von einem Objekte auf ein anderes stattfindet. Ein Verständnis gewinnt man jedoch leicht, wenn man genauer beobachtet, was allgemein bei der Wahrnehmung sehr rascher ruckweiser Bewegungen eintritt. Hält man z. B. die Hand in das Gesichtsfeld und bewegt sie mit einem raschen Ruck an einen anderen Ort, so ist leicht zu konstatieren, dafs nur von der Anfangs- und Endlage ein deutliches Wahrnehmungsbild auftritt und nicht von den Zwischenstadien. Zugleich huscht ein „Etwas" von der einen Lage zur anderen. Die „Sehsinnsubstanz" vermag nicht mit ihren Prozessen so rasch den objektiven Vorgängen zu folgen. Bei der aufserordentlichen Bedeutung aber, welche die Bewegungswahrnehmung schon für die Tiere besitzt, ist wenigstens dafür gesorgt, dafs zwar nicht die Wahrnehmungsbilder der bewegten Objekte selbst die verschiedenen Stadien im subjektiven Sehfelde durchlaufen, dafs aber dafür die rasche Verschiebung der Bilder auf der Netzhaut sich wenigstens durch Herüberhuschen eines „Etwas" von der Anfangslage in die Endlage bemerkbar machen. Wir sind nun nicht gewohnt, uns genau über die Einzelheiten des Wahrnehmungsganzen Rechenschaft zu geben, sondern fassen das Ganze einfach als ein Zeichen für die Bewegung der Objekte auf, weil wir durch Erfahrung wissen, dafs bei wirklichen Bewegungen ein solches Ganzes auftritt.

Ferner braucht auch nicht vom Okjekte sowohl in der Anfangslage wie in der Endlage ein deutliches Wahrnehmungsbild hervorgerufen zu werden, sondern es genügt eine von beiden Lagen. Wird z. B. ein Objekt von der Seite mit gröfserer Geschwindigkeit in das Gesichtsfeld hineinbewegt und gelangt es dort an irgend einem Punkt zur Ruhe, so hat man auch zunächst den Eindruck, dafs ein „Etwas" von der Seite in das Gesichtsfeld hereinhuscht und erst am Schlusse der Bewegung tritt ein deutlicheres Wahrnehmungsbild des Objektes auf. Das kann z. B. geschehen, wenn man im Freien sitzt und plötzlich ein Vogel heranfliegt und in der Nähe sich niederläfst. Man weifs dann im ersten Momente etwa gar nicht, ob nicht ein Blatt oder sonst ein Gegenstand niedergefallen ist, bis man den Blick dem Vogel zugewandt und dann ihn erkannt hat. So kam es auch bei den oben erwähnten tachistoskopischen Versuchen gelegentlich vor, dafs in Fällen, wo überhaupt nur ein Balken gesehen wurde,

dieser Balken von der Seite in das Gesichtsfeld hineinzuspringen schien. Dabei war auch sicher zu konstatieren, dafs nicht etwa das Wahrnehmungsbild des Balkens im subjektiven Gesichtsfelde die Ortsänderung vollzog, sondern ein „Etwas" huschte von der Seite an den Ort, an dem das Wahrnehmungsbild des Balkens auftauchte.

Von diesen Gesichtspunkten aus ist es nun vielleicht auch möglich die oben erwähnte, scheinbar paradoxe, Tatsache aufzuklären, dafs der mittlere Teil einer geraden Linie bewegt erscheinen kann, ohne dafs er von den seitlichen, ruhend erscheinenden Teilen sich loszulösen braucht. Das Wahrnehmungsbild des bewegt erscheinenden Teiles braucht eben nicht selbst eine Strecke im subjektiven Gesichtsfelde zu durchwandern, sondern es genügt vielleicht, dafs ein anderes „Etwas" dies tut. Natürlich mufs aber das „Etwas" auch in diesem Falle erst bei weiteren Versuchen im Bewufstsein wirklich konstatiert werden, bevor man es sicher zur Erklärung heranziehen kann.

Jedenfalls ist es für weitere Untersuchungen über Bewegungswahrnehmungen eine Hauptaufgabe, dieses „Etwas" näher zu erforschen, das offenbar auch für die Theorie des stroboskopischen Sehens eine grofse Rolle spielt. Es gilt festzustellen, ob es bei allen unmittelbaren Bewegungswahrnehmungen vorhanden ist oder ob es auch eine unmittelbare Bewegungswahrnehmung ohne dieses „Etwas" gibt. Ferner müssen die Bedingungen aufgezeigt werden, von denen das Eintreten des „Etwas" abhängt usw. usw.

8. Exner hat also in sofern recht, als tatsächlich mindestens in vielen Fällen bei der Wahrnehmung der Bewegung eines Objektes zu dem Wahrnehmungsbilde noch ein „Etwas" hinzukommt. Ob man dies aber als eine Empfindung sui generis zu betrachten hat, ist eine andere Frage. Die Entscheidung hierüber wird wesentlich davon abhängen, in welchem Sinne man den Begriff „Empfindung" anwenden will. Einwandfreier wird man es vielleicht als eine sinnliche Erscheinung bezeichnen können. Dafs aber für das „Etwas" nicht etwa ein Prozefs in Anspruch genommen werden darf, der schon in der Netzhaut entsteht, hat Exner durch einen oben erwähnten, interessanten und wichtigen Versuch gezeigt. Er liefs von zwei rasch aufeinanderfolgenden, räumlich benachbarten Lichtblitzen, den einen nur auf das rechte, den anderen nur auf das linke Auge einwirken. Dabei war doch

der unmittelbare Eindruck der Bewegung da. Dieser Versuch widerlegt alle Theorien, die als Grundlage des unmittelbaren Bewegungseindrucks Vorgänge annehmen, die bereits in der Netzhaut entstehen (AUBERT[1], VIERORDT[2], CARR[3]).

Fraglich bleibt ferner vorläufig durchaus, ob das in Frage stehende Phänomen bei jedem unmittelbaren Bewegungseindruck oder nur in gewissen Fällen vorhanden ist (z. B. wenn bei Darbietung direkter Eindrücke der Bewegungseindruck entsteht, oder wenn eine Bewegung sehr rasch verläuft). Ferner kommt man auch bei Hinzunahme dieses Phänomens nicht um die unmittelbare Auffassung der Bewegung herum. Denn statt eines Wahrnehmungsbildes durchwandert man ein „Etwas" im „Sehraume" eine gewisse Strecke und diese Ortsänderung wird offenbar auch aufgefaſst. Gute Beobachter sagen ja aus, daſs ein „Etwas" von einem Orte zu einem anderen „hinüberhuscht", „hinüberspringt", „hinüberwandert". Beim Hinüberwandern des „Etwas" haben wir es aber ebenso wie beim „Herüberwandern" eines Wahrnehmungsbildes mit einem zeitlich ablaufenden Vorgang zu tun, der ein einheitliches Ganzes bildet, und an diesem zeitlich ausgedehnten Ganzen unterscheiden wir erst eine Seite: die Bewegung. Es ist nicht etwa in jedem Zeitpunkte des Vorganges eine sich gleichbleibende Qualität da, die als Zeichen für die Bewegung von uns gedeutet wird, wie dies EXNER bei Annahme einer Bewegungsempfindung vorgeschwebt zu haben scheint. Denn davon beobachtet man nichts; auch müſste dann wieder eine besondere Qualität für die Richtung der Bewegung da sein, die ja auch aufgefaſst wird. Nach Aussage der Selbstbeobachtung ist nur ein Vorgang da, der an einem Orte beginnt und an einem anderen endigt. Damit ist dann auch die Richtung der Bewegung gegeben.

Die Annahme einer unmittelbaren Auffassung der Bewegung, wie sie oben angedeutet ist, wird also auch durch die neuen Erscheinungen nicht widerlegt.

Selbstverständlich liegt es nun auch nahe, die unmittelbare Auffassung einer Intensitäts- oder Qualitätsänderung daraufhin

---

[1] Die Bewegungsempfindung. *Pflügers Archiv* **39**.

[2] Die Bewegungsempfindung. *Zeitschr. f. Biologie* **12**, S. 250.

[3] H. CARR, „A visual illusion of motion during eye closure". *Psycholog. Review*, Monograph Suppl., **7**, 1906. Ferner „The autokinetic Sensation". *Psycholog. Review* **17**, S. 42 ff., 1910.

zu untersuchen, ob nicht auch ein besonderes Etwas sich dabei zeigt.

II. L. W. Stern.

§ 1. In neuerer Zeit hat L. W. Stern[1] Untersuchungen über die Bewegungswahrnehmung angestellt und versucht eine „Theorie der Wahrnehmung von Bewegungen durch das Auge" aufzustellen. Zunächst unterscheidet Stern die beiden uns schon bekannten Arten von Bewegungswahrnehmung, welche er nur etwas anders benennt: 1. Die Bewegungswahrnehmung als Erzeugnis mehrerer Empfindungsmomente. 2. Die Bewegungswahrnehmung als Erzeugnis eines Empfindungsmomentes. Die erste Art von Bewegungswahrnehmung, welche auf mehreren Empfindungsmomenten basiert, kommt auf folgende Weise zustande. Die Wahrnehmung einer Änderung in der Raumlage eines Objektes verbunden mit dem Bewufstsein seiner Identität führt zur Annahme, das Objekt habe sich bewegt. Dieses Prinzip, nach welchem eine Deutung auf Bewegung stattfinden kann, bezeichnet Stern als das Prinzip der Phasenvergleichung. Die Phasenvergleichung kann entweder eine optische oder muskuläre sein. Optisch ist sie, wenn die einzelnen Phasen sich auf verschiedenen Netzhautstellen abbilden, muskulär dagegen, wenn die Phasen auf dieselbe Netzhautstelle fallen, die Augenmuskeln aber durch Kontraktionsänderungen die Ortsänderung des Objektes signalisieren. Bei der zweiten Art der Bewegungswahrnehmung soll ein einziger Empfindungsmoment infolge charakteristischer Eigentümlichkeiten als Wahrzeichen einer äufseren Bewegung gedeutet werden. Stern lehnt aber die Annahme einer spezifischen Bewegungsempfindung ab. Er ist der Meinung, dafs derjenige Inhalt, den wir als unmittelbaren Bewegungseindruck bezeichnen, zwar einen Empfindungskomplex darstellt, dafs dieser aber kein neues spezifisches Element enthält, sondern aus bereits bekannten Empfindungsmomenten zusammengesetzt ist. Gewisse bereits bekannte Empfindungen oder Empfindungskomplexe des Auges sollen als Bewegungen gedeutet werden. Damit gibt also Stern den Empfindungscharakter des unmittelbaren Bewegungseindruckes zu, leugnet aber, dafs eine besondere neue Empfindungsqualität

---

[1] L. W. Stern, Die Wahrnehmung von Bewegungen vermittels des Auges. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* Jahrgang 1894.

dabei auftritt. Als Hauptaufgabe seiner Untersuchung betrachtet er dann die Analyse des komplexen sinnlichen Bewegungseindrucks; er will die Empfindungstatsachen, die den Eindruck erzeugen, und die Art ihres Zusammenwirkens feststellen. Von den Wirkungen nun, die im Auge bei Betrachtung eines bewegten Gegenstandes hervorgerufen werden, macht er besonders die folgenden drei für den sinnlichen Bewegungseindruck verantwortlich:

a) Die veränderte Reizung.
b) Der Nachbildstreifen.
c) Die Augenbewegung.

Die Rolle der veränderten Reizung bei der Bewegungswahrnehmung besteht darin, dafs bei Verschiebung eines Bildes auf der Netzhaut neue Elemente derselben, die bisher von den Strahlen nicht getroffen wurden, gereizt werden und umgekehrt. Tritt aber in einem Retinagebiet ein neuer Reizungszustand ein oder hört einer auf, so soll sich diese Veränderung in der Reizung sofort im Bewufstsein geltend machen und ein elementares Bewufstseinsphänomen bedingen, vielleicht eine spezifische Übergangsempfindung. Dem Prinzip der veränderten Reizung soll jedoch eine wesentlichere Rolle nur im Gebiete des peripheren Sehens zu kommen. Reizveränderungen in der Netzhautgrube wären weniger geeignet, eine Deutung als Bewegung herbeizuführen. Ferner soll ausschliefslich auf Grund des Prinzips der veränderten Reizung eine Richtung der Bewegung nicht erkannt werden können.

Das zweite bei der Bewegungswahrnehmung in Frage kommende Prinzip ist das des Nachbildstreifens. Ist ein Objekt in Bewegung begriffen und unterliegen einzelne Netzhautteile dem Prinzip der veränderten Reizung, so vollzieht sich der Übergang eines gereizten Netzhautteilchens in den Ruhestand nicht momentan, sondern der Reiz wirkt noch eine gewisse Zeit nach. An dieser Stelle der Netzhaut erscheint ein Nachbild, welches an Intensität allmählich abnimmt und endlich gänzlich verschwindet. Erfolgt nun die Bewegung mit einer gewissen Schnelligkeit, so ist das Nachbild einer vergangenen Phase noch vorhanden, wenn eine neue Phase erreicht wird. Auf diese Weise entsteht eine Reihe von Bildern eines Objektes, die eine Intensitätsskala aufweist. Unter normalen Verhältnissen bei ruhendem Auge soll nach der von Stern geäufserten Ansicht,

dieser Nachbildstreifen den unmittelbaren Bewegungseindruck erzeugen. Dieser Nachbildstreifen gibt auch einige Aufschlüsse über die Art und Weise der erfolgten Bewegung. Durch ihn vermögen wir die Identität des in Bewegung begriffenen Objektes festzustellen. Weiterhin können wir aus seiner Richtung die Richtung der Bewegung erkennen. Ändert das Objekt während der Bewegung seine Richtung, so vermögen wir auch das aus der Form des Nachbildstreifens zu konstatieren. Die Geschwindigkeit der erfolgten Bewegung ist von grofsem Einflufs auf die Art des Nachbildschweifes. So hört bei sehr grofser Geschwindigkeit der Intensitätsunterschied bei den Nachbildern überhaupt auf und damit auch die Bewegung. STERN meint, die Annahme des Nachbildstreifens, als eines für Bewegungsdeutungen wichtigen Prinzips, gestatte es, einige Bewegungstäuschungen (so die PLATEAUsche Spirale) zu erklären.

Das dritte wesentliche Moment, welches bei Bewegungswahrnehmung in Betracht kommt, ist das der Augenbewegung. Am häufigsten folgen wir nämlich bei Bewegungswahrnehmung dem in Bewegung begriffenen Objekt. Die Frage ist nun die, wie grofs die Rolle dieser Augenbewegungen bei dem Zustandekommen des Bewegungseindrucks ist und ob überhaupt ihr eine wesentliche Rolle zugeschrieben werden darf. STERN bestreitet durchaus die grofse Rolle, welche STRICKER[1] den Muskelsensationen zugeschrieben hat. Weder als einziges noch als fundamentalstes Moment gehen Muskelempfindungen der Augen in die Bewegungswahrnehmung hinein. STERN gibt zwar zu, dafs die Muskelempfindungen viel zu dem Bewegungseindruck beitragen, bestreitet aber eine Rolle von prinzipieller Bedeutung. Dagegen schreibt er eine gröfsere Rolle dem „Prinzip der Willensimpulse“ zu. Es handelt sich hier um das fortwährende Regulieren und Neueinstellen der Augen beim Verfolgen eines bewegten Objektes, das von einer intensiven Anspannung der Aufmerksamkeit begleitet wird. Diese Momente bewirken einen charakteristischen psychischen Zustand, der uns besagt, dafs der Gegenstand sich bewegt, den wir mit den Augen verfolgen.

Die drei Prinzipien sollen dann bei der Bewegungswahrnehmung nicht isoliert nebeneinander wirken, sondern in den verschiedensten Kombinationen auftreten. Insbesondere komme

---

[1] STRICKER, Studien über Bewegungsvorstellungen. Wien 1882.

bei der Verfolgung eines bewegten Objektes durch die Augen neben Muskelempfindungen und Willensimpulsen auch der Nachbildstreifen mit in Betracht, weil die Augen natürlich, wie mit Recht bemerkt wird, dem Objekte nicht so genau zu folgen vermögen, dafs das Bild seinen Platz auf der Netzhaut unverändert beibehält.

§ 2. Offenbar hat sich STERN die Frage vorgelegt, wie unterscheiden sich die Wirkungen, die ein bewegtes Objekt auf das Auge ausübt, von den Wirkungen, die von demselben Objekte ausgehen, falls es ruht. Die von ihm angeführten Momente sind die unterscheidenden Wirkungen, die man nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen teils als wirklich teils als möglich annehmen kann, und es ist natürlich ein richtiges Vorgehen, wenn versucht wird, den unmittelbaren Bewegungseindruck zunächst auf diese Faktoren zurückzuführen. Es mufs dann aber noch aufserdem gezeigt werden, dafs er auch wirklich darauf beruht. Da können nun STERNS Ausführungen bei näherer Prüfung wenig Stand halten.

Was zunächst das Prinzip der veränderten Reizung anbetrifft, so kann es ja vielleicht die geringe Rolle spielen, die STERN ihm für das indirekte Sehen zuweist, dafs nämlich eine neu auftretende Reizung als Bewegung gedeutet werden kann. Hierfür läfst sich auch noch ein anderer Versuch EXNERS anführen. Wird nämlich eine Gruppe von schwarzen Punkten auf weifsem Grunde so orientiert, dafs man die Gruppe beliebig um einen oder mehrere Punkte vermehren oder vermindern kann, so wird eine Änderung der Anzahl der Punkte im indirekten Sehen als Bewegung gedeutet.[1]

Wie steht es aber mit den anderen Faktoren, die doch die wichtigsten sind? Da spricht erstens ein älterer Versuch HERINGS gegen jede Beteiligung von Muskelempfindungen des Auges an dem unmittelbaren Bewegungseindruck. HERING erzeugte sich ein lebhaftes, langdauerndes Nachbild von einer kreisförmigen Fläche in der Weise, dafs das Nachbild genau um die Fovea centralis zentriert war. Als er sich dann mehrere Male herumdrehte und darauf stehen blieb, so schien bei geschlossenen

---

[1] EXNER, Über die Funktionsweise der Netzhautperipherie und den Sitz der Nachbilder. *Archiv f. Ophthalmologie* 32 (1).

Augen das Nachbild ruhig vor ihm zu stehen, während doch die Augen die bekannten lebhaften Bewegungen ausführten. Ich habe diese Versuche mit einer Reihe von Personen nachgemacht und im allgemeinen bestätigt gefunden. Man mufs aber sehr sorgfältig darauf achten, dafs das Nachbild genau um die Fovea centralis zentriert ist, da bei jeder seitlichen Lage eine Scheinbewegung eintritt, indem das Bild nach der Seite zu wandern scheint, auf welcher es liegt. Ferner darf die Versuchsperson auch nicht einem Teile der Kreisperipherie die Aufmerksamkeit zuwenden, weil sonst ebenfalls das Bild nach der betreffenden Seite zu wandern scheint. Erzeugt man sich z. B. von einem farbigen Quadrate dadurch ein Nachbild, dafs man den irgendwie bezeichneten Mittelpunkt eine Zeitlang fixiert, so braucht man nachher bei geschlossenen Augen nur einer der vier Seiten des Nachbildes die Aufmerksamkeit zuzuwenden, um sofort eine Scheinbewegung nach der betreffenden Seite zu erhalten. Bei den meisten Versuchspersonen gelingt aber der obige Versuch mit dem kreisförmigen Nachbilde sofort, wenn man nur für genaue Zentrierung Sorge trägt. Ich habe ferner den Versuch mit gleichem Erfolge in der Weise modifiziert, dafs ich die Versuchsperson auf einen Drehstuhl setzte und diesen mehrere Male herumdrehte. Während dabei die Augen auch die bekannten lebhaften Bewegungen ausführten, erschien doch das Nachbild wieder vollkommen ruhig bei geschlossenen Augen oder es machte doch höchstens bei Beginn und Schlufs der Bewegung einen kleinen seitlichen Sprung. Wären Muskelempfindungen der Augen von Bedeutung für die Bewegungswahrnehmung, so müfste doch in diesen Fällen das Nachbild immer den Bewegungen der Augen zu folgen scheinen.

Aufserdem gibt es bekanntlich noch zahlreiche andere Tatsachen, die gegen eine Beteiligung der Muskelempfindungen an der Raumwahrnehmung des Auges sprechen, während Stern keine einzige Tatsache zugunsten seiner Annahme angeführt hat.

Ebensowenig hat dann Stern seine weitere Annahme genügend beweisen können, dafs bei Verfolgung eines bewegten Objektes mit den Augen Willensimpulse eine Rolle für den unmittelbaren Bewegungseindruck spielen. Die Existenz von Innervationsempfindungen war ja schon zur Zeit, als Sterns Abhandlung erschien, so ausführlich von Müller und Schumann widerlegt worden, dafs mindestens eine eingehende Begründung er-

forderlich wäre, wollte man sie trotzdem annehmen. Ferner werden die motorischen Impulse, die bei der Verfolgung eines Objektes auftreten, überhaupt nicht im einzelnen vom Bewuſstsein eingeleitet. Wir können innerlich nur ein Fixierbestreben konstatieren, während sich die Augenbewegungen ganz unwillkürlich regulieren.

Nun werden allerdings zugunsten des Prinzips der Willensimpulse einige Tatsachen angeführt, doch lassen sich diese auch anders erklären. So ist z. B. die bekannte Scheinbewegung bei Augenmuskellähmungen zwar schon häufig mit der Annahme von Innervationsempfindungen in Zusammenhang gebracht worden. Aber von anderen Forschern ist ein solcher Erklärungsversuch doch mit guten Gründen bestritten. Ferner wird die Erscheinung angeführt, die häufig eintritt, wenn ein objektiv ruhender Punkt nach längerer Fixation in lebhafte Bewegung zu geraten scheint. Es sei bei längerem Fixieren nicht zu vermeiden, daſs kleinere Abweichungen von der Fixation vorkämen infolge unwillkürlicher Bewegungen des Augapfels oder Nackens oder Kopfes. Diese Bewegungen blieben unbewuſst und die eintretende korrigierende Tätigkeit der Willensimpulse bedinge die Scheinbewegung. Hierbei ist jedoch vollständig übersehen, daſs infolge unwillkürlicher Bewegungen Verschiebungen des Bildes auf der Netzhaut eintreten, die doch allein zur Erklärung der Scheinbewegung vollständig genügen.

Es bleibt noch das Prinzip des Nachbildstreifens übrig, dem die gröſste Rolle zufallen soll. Stern beruft sich dabei auf Fischer, der durch seine stroboskopischen Untersuchungen die Bedeutung der Nachbilder für die Bewegungswahrnehmung bewiesen habe. Ein wirklicher Beweis ist jedoch von Fischer keineswegs geführt worden. Dieser hat nur geglaubt, daſs die Nachbilder mitwirkten. Und in der Tat müssen ja Nachwirkungen irgend welcher Art von den vorangegangenen Expositionen bei den stroboskopischen Erscheinungen mitwirken. Wird z. B. zuerst der vertikale und gleich darauf der horizontale Balken eines Kreuzes für einen Moment exponiert, so glaubt man, wie wir oben gesehen haben, eine Drehung zu sehen. Das zu den beiden Wahrnehmungsbildern hinzukommende „Etwas“ ist natürlich nicht durch eine Exposition allein bedingt, sondern es müssen offenbar beide zusammenwirken. Und wenn das Wahrnehmungsbild des vertikalen Balkens schon aus dem Bewuſstsein verschwunden

ist bei Eintritt der zweiten Exposition, wie das z. B. bei Zwischenzeiten von 0,2 Sek. schon leicht vorkommt, so mufs doch irgend eine Nachwirkung noch vorhanden sein, die das Etwas mitbedingt. Aber Nachbild ist etwas anderes als Nachwirkung und ein Nachbildstreifen kann bei diesem Versuche überhaupt nicht vorhanden sein, sondern höchstens ein einzelnes Nachbild, das eine ganz andere Lage hat als das Wahrnehmungsbild.

Früher hatte man an andere Nachwirkungen gedacht, nämlich an Gedächtnisvorstellungen. In jedem Augenblicke sollten gleichzeitig mit dem Wahrnehmungsbilde noch Vorstellungsbilder einer Reihe vorangegangener Stadien im Bewufstsein vorhanden sein. Für diese Vorstellungen setzt STERN die Nachbilder ein und behauptet, dafs ein Empfindungsgebilde eigener Art entstehe, „nämlich eine nebeneinander bestehende und ineinander übergehende Reihe von Bildern desselben Objektes, die eine völlige Intensitätsskala enthalten".

Zur Durchführung dieser Ansicht wird dann versucht eine Reihe von Tatsachen auf den Nachbildstreifen zurückzuführen. Dabei zeigen sich aber schroffe Widersprüche. Indem STERN offenbar unter dem Einflusse der älteren Ansicht steht, nach der ein Ganzes, das in einem Wahrnehmungsakte aufgefafst wird, simultan im Bewufstsein vorhanden sein mufs, betrachtet er es als einen Vorzug seiner Theorie, dafs „aus dem Nacheinander der Bewegung ein Nebeneinander" würde. Es genüge daher zur Auffassung ein Zeitmoment, nämlich der, in dem der abgestufte Streifen die Aufmerksamkeit erwecke (S. 46). Wenige Zeilen darauf wird aber schon behauptet, dafs wir uns im allgemeinen beim Anblicken eines bewegten Gegenstandes des Nachbildstreifens gar nicht bewufst würden. Dieser soll nunmehr nur dem ganzen Empfindungskomplexe eine eigentümliche Nuance verleihen, wie das auch ein Partialton eines Violinklanges tue, den wir im allgemeinen auch nicht heraushörten. Dann sollen wir wieder an der Ähnlichkeit des Nachbildstreifens mit dem frischen Bilde erkennen, dafs es immer dasselbe ist, was sich bewegt hat, und an der krummen Form des Nachbildes eine Richtungsänderung momentan bemerken. Hierzu gehört aber doch wieder eine genaue Auffassung des Nachbildstreifens.

Da also einerseits die Nachbilder tatsächlich gewöhnlich gar nicht von uns aufgefafst werden, während andererseits zur Durchführung der Theorie das Erkennen von Einzelheiten an dem

Nachbildstreifen durchaus erforderlich ist, so genügt dieser Widerspruch allein zur Widerlegung der Theorie. Aufserdem dürfte es aber auch noch höchst fraglich sein, ob überhaupt in allen oder auch nur den meisten Fällen, wo wir bei fixiertem Auge und Wanderung eines Bildes über die Netzhaut einen unmittelbaren Bewegungseindruck erhalten, Nachbildstreifen wirklich vorhanden sind. Aus der Tatsache, dafs STERN in einem besonders günstigen Falle den Nachbildstreifen beobachten zu können geglaubt hat, darf doch nicht ohne weiteres geschlossen werden, dafs er allgemein da ist.

Ferner können auch leicht Fälle konstruiert werden, in denen gar keine Nachbilder da sein können, während doch der unmittelbare Bewegungseindruck vorhanden ist. Man stelle z. B. einen schwarzen Schirm mit einem rechteckigen Ausschnitte auf und bringe am Rande des Ausschnittes einen Fixationspunkt an. Während man letzteren fixiert, lasse man von einem Gehilfen ein weifses Blatt Papier mit einer scharfen Kante so bewegen, dafs die Kante zuerst an der einen Seite des Ausschnittes auftaucht und kontinuierlich nach der anderen Seite wandert, bis der ganze Ausschnitt durch das weifse Papier verdeckt ist. Dann hat man auch einen deutlichen unmittelbaren Bewegungseindruck, obwohl gar kein Nachbildstreifen da sein kann. Denn an die Stelle jedes Reizes tritt immer ein genau gleicher Reiz.

III. LINKE.

§ 1. LINKE[1] geht von der älteren Theorie aus, nach der bei der Wahrnehmung eines bewegten Objektes immer in jedem Zeitmomente neben der gerade wahrgenommenen Phase noch die Vorstellungsbilder mehrerer vorangegangenen Phasen ebenfalls im Bewufstsein vorhanden sein sollen (S. 503). Nur hat er diese Anschauung etwas modifiziert im Sinne der WUNDTschen Apperzeptionslehre. Dasjenige Stadium, welches im jeweiligen Momente der Beobachtung gegenwärtig ist, ist apperzipiert, die anderen sind dagegen nur noch perzipiert. Ferner werden die vorangegangenen Stadien nicht reproduziert mit dem Bewufstsein des „früher schon Dagewesenen", sondern sie sollen „noch da sein" mit dem Bewufstsein „des gegenwärtigen Erlebens". Hierauf

[1] P. LINKE, Die stroboskopischen Täuschungen und das Problem des Sehens von Bewegungen. *Wundts Psychol. Studien* **3**, S. 393—545.

glaubt Linke zurückführen zu können, dafs der unmittelbare Eindruck der Bewegung einen Empfindungscharakter zu haben scheint.

Irgend einen Versuch, das vorausgesetzte Vorhandensein von Vorstellungsbildern der vorangegangenen Phasen bei wirklichen Versuchen durch die innere Wahrnehmung zu kontrollieren, scheint Linke nicht gemacht zu haben. Früher pflegte man ja allerdings allgemeiner anzunehmen, dafs z. B. die Auffassung eines Satzes auch nur dann eintreten könne, wenn gleichzeitig mit dem Wahrnehmungsbilde des letzten Wortes auch noch die Vorstellungsbilder der vorangegangenen Wörter im Bewufstsein vorhanden seien. Allgemein sollte eine Gruppe von Elementen nur dann als Ganzes aufgefafst werden können, wenn alle Elemente gleichzeitig im Bewufstsein vorhanden seien. Schumann[1] hat aber schon früher darauf hingewiesen, dafs diese Ansicht durch die Ergebnisse der inneren Wahrnehmung bei wirklichen Versuchen nicht gestützt wird. Früher entschied man über derartige Fragen mehr am Schreibtische. Man suchte sich in der Erinnerung oder Phantasie Fälle von Auffassung sukzessiver Vorgänge zu vergegenwärtigen und auf Grund des höchst ungenauen Eindrucks, den man dabei hatte, konnte man vielleicht glauben, dafs die Theorie mit der inneren Wahrnehmung nicht in Widerspruch stehe. Gegenwärtig stellen wir aber doch ganz andere Anforderungen an die innere Wahrnehmung. Wer das Vorhandensein von Bewufstseinsinhalten behauptet, hat genau anzugeben, unter welchen Versuchsbedingungen er die Beobachtung gemacht hat. Ferner darf er sich nicht allein auf seine eigenen Angaben verlassen, die durch Voreingenommenheit oder andere Fehlerquellen beeinflufst sein können, sondern er hat auch noch die angeblichen Resultate seiner eigenen inneren Wahrnehmung durch andere in der Selbstbeobachtung wohlgeschulte und unvoreingenommene Versuchspersonen kontrollieren zu lassen. Von solchen Versuchen berichtet Linke nichts. Es handelt sich also nur um eine Konstruktion.

Weiter spielt dann in Linkes Theorie die Identifikation, das Identischsehen eine Hauptrolle: „Damit nämlich eine Bewegung gesehen wird, ist zunächst nötig, dafs mindestens zwei Gesichtswahrnehmungen nacheinander bestehen, die in ihren räumlichen

---

[1] Schumann, *Zeitschr. f. Psychol.* **17**, S. 116f.

Beziehungen wenig genug voneinander abweichen, um identifiziert, d. h. auf einen einzigen Gegenstand bezogen werden zu können.“ Was aber unter Identifikation zu verstehen ist, wird näher erläutert. Da diese Erläuterung an Klarheit vieles zu wünschen übrig läſst, so gebe ich sie wörtlich wieder zur Vermeidung von Miſsverständnissen (S. 477):

„Es handelt sich um das ganz bekannte Erlebnis, das man meint, sobald behauptet wird, jemand betrachte eine Zeitlang ununterbrochen ‚denselben Gegenstand‘. Wir wollen, um die Situation ganz klarzustellen, es von verwandten Erlebnissen abgrenzen.“

„Wird gesagt, zwei Gegenstände haben dieselbe Farbe oder dieselbe Gestalt, so erfordert das erstens, daſs ich sie beide in deutlicher Sonderung apperzipiere, zweitens aber, daſs ihnen ein Element gemeinsam ist: daſs also, soweit bloſs dieses Element in Frage kommt, durch die Setzung oder Apperzeption des einen Gegenstandes zugleich der andere mitbestimmt ist.“

„In allen ähnlichen Fällen haben wir es mit einem Akte der logischen Identifikation, also mit Identitätserkenntnis zu tun; sie besteht in der bewuſsten Konstatierung von Identität. Aber wir haben gewiſs auch da noch von Identifikation zu reden, wo diese Konstatierung fehlt.“

„Beobachtet jemand eine Zeitlang dasselbe Bild, so wird niemand behaupten, der Beobachter stelle Identität fest. Identisch ist das Gemeinsame des Verschiedenen. Hier jedoch besteht noch gar keine Verschiedenheit. Was aber bedeutet es dann, wenn wir gleichwohl von ‚demselben‘ Bilde sprechen? Sicherlich ist das keine Identität, die dem Betrachter innerhalb des Aktes der Betrachtung als solche zum Bewuſstsein kommt. Bewuſstseinsinhalt während der Betrachtung ist das so oder so bestimmte und bestimmt bleibende Bild oder Objekt als Einheit: wobei unter Einheit wieder kein logischer Begriff verstanden wird, sondern nur die psychologische Tatsache, durch die sich jenes Objekt von anderen simultan und sukzessiv gegebenen Objekten unmittelbar abgrenzt. Während der Betrachtung bleibt es eben für mich das, was es ist, im Falle einer merkbaren Änderung aber tritt ein Bewuſstsein dieser Änderung

ein, und so lange dieses Bewufstsein fehlt habe ich ein Recht, von Einheit im angegebenen Sinne zu reden."

„Dieses Einheitsbewufstsein ist es, worauf es uns ankommen mufs. Denn die logische Betrachtung — und sie dokumentiert sich gemeinhin schon im sprachlichen Ausdruck — kann ihrerseits stets die einzelnen getrennten Erlebnisse isolieren. Und sofern sie das tut, ergibt sich folgerichtig die Behauptung, in der unmittelbaren Betrachtung, d. h. eben im Erleben jenes Einheitsbewufstseins werde das ‚identifiziert', was auf dem Wege der logischen Abstraktion isoliert wurde. Und nichts anderes will der Satz besagen, jemand betrachte eine Zeitlang denselben Gegenstand."

„Man könnte nun versuchen wollen, von einer Identifikation in diesem unseren Sinne auch dann noch zu reden, wenn die Betrachtung desselben Gegenstandes zu verschiedenen getrennten Zeiten in Frage kommt, nämlich bei den Wiedererkennungsvorgängen. Indessen hier ist das Bewufstsein der numerischen Einheit bereits assoziativ vermittelt: für die unmittelbare Wahrnehmung besteht es schlechterdings überhaupt nicht."

Diese Identifikation soll dann eine fundamentale Rolle spielen für das stroboskopische Sehen. Werden rasch nacheinander zwei gleiche Bilder exponiert in etwas verschiedenen räumlichen Lagen, so soll zunächst die Identifikation stattfinden und dann soll „die vollzogene Identifikation ihrerseits Assoziationen auslösen, durch welche dieser an sich natürlich völlig subjektive Vorgang als Bewegung gedeutet wird". Speziell werde eine Bewegungsvorstellung reproduziert und durch deren assimilative Verschmelzung mit dem unmittelbaren Eindruck entstehe dann die „gesehene" Bewegung. Dies sei ohne weiteres verständlich, da „Identität des räumlich verschiedenen die konstante Begleiterscheinung jeder irgendwie vorgestellten oder auch nur abstrakt gedachten Bewegung sei". „Unter Bewegungsvorstellung sei aber zunächst weiter gar nichts zu verstehen, als das Bewufstsein, dafs zwischen den vorgestellten bzw. wahrgenommenen Figuren Zwischenphasen" bestehen. Indem dann dies „assoziativ gegenwärtige Bewegungsbewufstsein" mit den direkt wahrgenommenen Elementen verschmelze, entstehe jener eigentümliche ‚Bewegungscharakter' der einzelnen Phasen."

Auf eine Schwierigkeit, die der Anwendung seiner Theorie auf die stroboskopischen Täuschungen im Wege steht, ist Linke

selbst schon gestofsen. Er fand nämlich, dafs auch noch Bewegung gesehen wurde, wenn bei stroboskopischer Darbietung die einzelnen dargebotenen Phasen sehr wesentliche Verschiedenheiten aufwiesen. Wurden z. B. abwechselnd ein grünes und ein schwarzes Kreuz dargeboten, so wurde doch Drehung gesehen. Ja dies geschah sogar noch, als abwechselnd ein weifses und ein schwarzes Kreuz exponiert wurden, so dafs also die erheblichsten Änderungen der Farbe keine Aufhebung des Identifikationsvorganges bewirken dürfen, wenn die Theorie richtig sein soll.

Weitere Versuche zeigten ferner, dafs ebenso erhebliche Ungleichheiten der Gestalt bei den einzelnen Phasen vorhanden sein konnten, ohne dafs der Bewegungseindruck gestört worden wäre. Es wurden nacheinander zwei Kreise exponiert, die „in ihrer Gröfse um ein beliebiges aber deutlich merkbares Stück voneinander abwichen“. Dann sah man mit voller sinnlicher Deutlichkeit einen einzelnen Kreis sich ausweiten und wieder zusammenziehen. Der Versuch gelang sogar noch, als zuerst ein Dreieck exponiert wurde und dann ein Kreis, der an Gröfse nicht allzusehr differierte. Dafs im letzteren Falle auch nicht mehr von irgend welcher Identifikation von Teilen gesprochen werden kann, hat LINKE selbst eingesehen. Aber er glaubt trotzdem die Tatsachen noch mit seiner Theorie in Einklang bringen zu können. Er weist darauf hin, dafs ein liegendes und ein stehendes Quadrat für die unmittelbare Wahrnehmung nicht als dieselbe Figur erscheinen. Beide seien verschieden, wenn auch ähnlich, und als gleich würden sie erst auf Grund von intellektuellen Operationen erkannt, worauf ja MACH schon vor längerer Zeit (Analyse der Empfindungen, 3. Aufl., S. 83 f.) aufmerksam gemacht hat. Erst auf dem Wege der Abstraktion finde die Auflösung der ursprünglichen Verschiedenheit in Gleichheit oder Identität hinsichtlich der Gestalt und noch restierende Verschiedenheit hinsichtlich der Lage statt. Da es sich aber bei den stroboskopischen Versuchen stets um unmittelbare Wahrnehmung handle, so dürfe die abstrakte Unterscheidung von Lage und Gestalt nicht vorausgesetzt werden. „Das heifst: wir haben Gestaltveränderung nicht auf Lageveränderung zu reduzieren, sondern müssen von der noch ungetrennten Gesamtheit von Gestalt und Lage ausgehen. Dann aber gewinnen wir die gesamte räumliche Bestimmtheit des jeweils gegebenen Wahr-

nehmungsbildes, die wir die Gesamtgestalt oder die Gesamtkonfiguration des betreffenden Gesichtsbildes nennen können." „Und nun können wir sehr einfach sagen: Bei richtiger stroboskopischer Vorführung gehen die Wahrnehmungen ähnlicher Gesamtgestaltungen ineinander über, sie bilden eine einzige Einheit und der Übergang wird als Bewegung gesehen. Die Ähnlichkeit kann eine sehr geringe sein, d. h. es haben Figuren noch als ähnlich zu gelten, die nach Gröfse, Gestalt und Lage ihrer Teile bei nichtstroboskopischer Betrachtung schon sehr wesentlich voneinander abweichen."

§ 2. Der kritische Leser wird schon die Schwächen der Erörterungen erkannt haben, durch die Linke die Ergebnisse der Versuche mit seiner Theorie in Einklang zu bringen sucht. Es lassen sich nun aber aufserdem die angeführten Versuche noch leicht so variieren, dafs jede Mitwirkung eines Identifikationsvorganges ausgeschlossen bleibt. Betrachten wir jedoch zunächst die Theorie im ganzen.

Sie geht aus von der richtigen Beobachtung, dafs bei der rasch aufeinanderfolgenden Exposition zweier gleicher Bilder in etwas verschiedener räumlicher Lage zu den beiden Wahrnehmungsbildern noch ein sinnliches „Etwas" hinzukommt, von dem der Bewegungseindruck abhängt. Entsprechend nun der grofsen Rolle, die die Assimilation bei den Gesichtswahrnehmungen spielt, wird diese herangezogen. Und in der Tat kann dies auch vielleicht vollständig stimmen bei wenig verschiedenen Lagen der beiden exponierten Bilder. Denn es scheint nach Aussagen, die ich bei den oben erörterten Versuchen mit dem Schumannschen Tachistoskop erhielt, tatsächlich gelegentlich vorzukommen, dafs das Wahrnehmungsbild wirklich die zwischenliegenden Phasen im „Sehraume" durchläuft. So behauptete Prof. Wreschner einige Male mit relativ grofser Bestimmtheit, dafs er im Gegensatz zu den meisten Fällen ein Durchlaufen der zwischenliegenden Stadien beobachtet zu haben glaube. Diese Aussagen wurden gemacht in einer Versuchsreihe, bei der zuerst immer der vertikale und dann der horizontale Balken eines schwarzen Kreuzes exponiert wurde, während später dem ersten Balken eine schräge Lage gegeben wurde. Als der erste Balken nur noch 15—20° von der Horizontalen abwich, glaubte Prof. Wreschner einige Male die erwähnte Beobachtung zu machen. Doch hält auch er

hierbei eine Täuschung noch nicht ganz für ausgeschlossen. Jedenfalls kann man aber im allgemeinen auf Grund der Ergebnisse der inneren Wahrnehmung nicht behaupten, dafs das bei sukzessiver Exposition diskreter Phasen hinzukommende „Etwas" aus einer Reihe von Vorstellungen zwischenliegender Phasen besteht, die durch Verschmelzung mit den direkten sinnlichen Elementen lauch sinnlichen Charakter angenommen haben. Es ist auch voräufig kein Grund vorhanden vor der Annahme zurückzuschrecken, dafs das „Etwas" ein neuer, innerlich erzeugter Vorgang ist.

Ganz und gar auf falschem Wege ist dann aber Linke, wenn er meint, dafs die Reproduktion der Vorstellungen der Zwischenphasen von dem Identifikationsvorgange ausgehen müfste. Irgendeinen anderen bewufsten Vorgang dafür ausfindig zu machen, war allerdings nicht möglich, während er die Identifikation bei jeder Bewegungswahrnehmung als selbstverständlich vorhanden voraussetzte. Er war eben von dem logischen Bewegungsbegriffe ausgegangen. Damit ich sicher sagen kann, dafs sich ein Gegenstand bewegt hat, mufs ich allerdings zwei verschiedene räumliche Lagen desselben konstatiert haben, und ich mufs sicher sein, dafs ich auch in beiden Lagen denselben Gegenstand wahrgenommen habe. Hier handelt es sich aber um den subjektiven Bewegungseindruck. Und den kann ich z. B. auch haben, ohne dafs ich das Vorhandensein einer wirklichen Bewegung behaupte, wie beim Eintreten einer mir bekannten Scheinbewegung. Ebenso ist durchaus denkbar, dafs der Bewegungseindruck ohne einen vorangegangenen Identifikationsvorgang sich einstellt.

Dafs aber ein richtiger Identifikationsvorgang im eigentlichen Sinne des Wortes immer vorhanden sein sollte bei stroboskopischen Versuchen, das konnte auch Linke nach den Resultaten der Versuche mit sukzessiver Exposition eines Kreises und eines Dreiecks nicht gut mehr aufrecht erhalten. Deshalb wurde er wohl auf den Begriff der Einheit geführt, dessen genauere Bestimmung aber sehr viel zu wünschen übrig läfst. Doch hat es keinen Zweck, an dieser Stelle das Ungenügende der Bestimmung im einzelnen klarzulegen, da die Versuche sich leicht so variieren lassen, dafs bei Deutung der Resultate überhaupt von keiner Einheit zweier aufeinanderfolgender Eindrücke und vor allem von keiner Identifikation derselben die Rede sein kann. Wenn nämlich zuerst ein kleinerer und unmittelbar darauf ein gröfserer

konzentrischer Kreis exponiert wird, so kann man noch dem inneren Erlebnis dadurch Ausdruck geben, dafs man sagt: „Es schien ein kleinerer Kreis sich zu einem gröfseren auszuweiten“. Exponiert man aber zuerst zwei Buchstaben in einer bestimmten Entfernung und unmittelbar darauf zwei ganz verschiedene Buchstaben in einem deutlich gröfseren Abstande, so braucht keinerlei Eindruck mehr dabei zu sein, dafs die ersten Buchstaben in die zweiten sich umwandelten. Dabei ist dann aber doch noch jenes „Etwas“ da, das den Eindruck der Bewegung (des Auseinandergehens) gibt.

Noch beweisender ist aber folgender Versuch. Exponiert man die ersten Buchstaben sehr kurze Zeit und die folgenden relativ lange, so kann man es durch Abkürzung der Zwischenzeit erreichen, dafs von den ersten Buchstaben überhaupt nichts gesehen wird, während doch der Eindruck entsteht, dafs die an zweiter Stelle exponierten Buchstaben mit einem seitlichen Ruck ins Gesichtsfeld springen. Hier sind also überhaupt keine zwei sukzessiven Eindrücke vorhanden, die irgendwie einheitlich zusammengefafst werden könnten. In diesem Falle hat das zuerst exponierte Bild nur physiologische Prozesse hervorgerufen, die offenbar auch schon genügen, um jenes sinnliche „Etwas“ mit zu erzeugen, das den Bewegungseindruck gibt.

Curriculum Vitae.

Ich, Woldemar (Wladimir) Lasersohn, wurde als Sohn des Kaufmanns Rudolf Lasersohn und seiner Ehefrau Marie née Apostol am 8./21. April 1889 zu Moskau geboren.

Der erste Unterricht wurde mir zu Hause von Privatlehrern erteilt; in meinem 9. Lebensjahre bestand ich die Eintrittsprüfung an der Kommerzschule der Kaufmannschaft zu Lodz, wohin meine Eltern inzwischen übergesiedelt waren. Nach sechsjährigem Besuche dieser Schule besuchte ich weiterhin die Kommerzschulen zu Pabjanice und Korna; letztere absolvierte ich auch mit der Würde eines persönlichen Ehrenbürgers.

Im W.-S. 1906/7 wurde ich an der philosophischen Fakultät der Universität Jena immatrikuliert. Hier studierte ich vier Semester und hörte Vorlesungen über Psychologie, Naturwissenschaften und Philosophie, von denen ich die der Herren Professoren Liebmann, Eucken, Biedermann, Rein und die des Herrn Dr. P. Linke dankend erwähne.

Weitere vier Semester studierte ich an der Universität Zürich, wo mir reichliche Förderung durch die Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren Schumann, Störring und Wreschner zuteil wurde, wofür ich mich zu Dank verpflichtet fühle.

Für das S.-Semester 1910 wurde ich zur Ausführung meiner Dissertation nach Frankfurt a./Main beurlaubt. —

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung des Herrn Prof. Schumann; sie wurde im Psychologischen Laboratorium der Universität Zürich begonnen und im Psychologischen Institut der Akademie in Frankfurt a./Main zu Ende geführt.

Während der Ausführung der Arbeit wurde ich von Herrn Prof. F. Schumann stets in unermüdlicher Weise unterstützt, wofür ich ihm nochmals ganz besonders meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.